GRUNDLÄGGANDE SVETSNING

Thomas Hällman

Liber

Skannat med CamScanner

GRUNDLÄGGANDE SVETSNING

Den här boken vänder sig till alla som vill få grundläggande kunskaper om svetsning. Boken tar upp hur man hanterar gassvetsutrustning och beskriver momenten gassvetsning, gasskärning och lödning. Boken tar även upp principerna för de olika bågsvetsmetoderna MMA, MIG/MAG och TIG, och utrustningarna för de olika metoderna.

Boken tar även upp grundläggande kunskaper om till exempel olika tillsatsmaterial, svetslägen, samt svets- och skyddsgaser. Den ger även tips om olika svetstekniker. Boken avslutas med ett kapitel om hälsa och säkerhet.

Biblioteken i Göteborg
671 Hällman, Thomas
Grundläggande svetsning (2014)
9789147106936 2023-09-01
455 0599 4070 34

Liber
www.liber.se
Best.nr 47-10693-6
Tryck.nr 47-10693-6-02
9 789147 106936

Skannat med CamScanner

Skannat med CamScanner

Grundläggande Svetsning

Thomas Hällman

Liber

Skannat med CamScanner

ISBN 978-91-47-10693-6
© 2013 Thomas Hällman och Liber AB

Redaktör/Projektledare: Sture Sahlström Liber AB

Bildredaktör: Ian Maasing

Grafisk form och produktion: Ove Andersson med firma Kautschuk

Bildleverantörer:

AGA sid 7, 93
Andersson Ove sid 15, 25, 26
Assa Abloy sid 8
Biltema sid 28
Bosch sid 106
Daimler sid 15
ESAB sid 7, 9, 10, 14, 28, 29, 77, 103, 107, 108, 109
Infocar sid 16, 18, 19, 20, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 43, 48, 53, 54, 59, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 91, 93, 94, 95, 97, 100, 101, 102, 105, 109
Kemppi sid 11, 13, 21, 31, 66, 71, 79, 89, 96
Liber sid 44, 92
Linde sid 8, 10, 16, 17, 21, 31, 37, 38, 39, 42, 48, 49, 50, 51, 55, 56, 57, 60, 62, 64, 104
Mostphotos/Bo Williamsson omslag
Röda Korset sid 105
Scania sid 8
Shell sid 65
Spiegelberg Förlagskonsult sid 23, 25
Volvocars sid 13

Första upplagan: 3

Omslagsform och repro: Pelle Tillybs, Resultat Grafisk Form & Produktion

Tryck: People Printing, Kina 2020

MIX
Papper från ansvarsfulla källor
FSC® C112132

Kopieringsförbud
Detta verk är skyddat av upphovsrättslagen. Kopiering, utöver lärares och elevers begränsade rätt att kopiera för undervisningsbruk enligt BONUS-avtal, är förbjuden. BONUS-avtal tecknas mellan upphovsrättsorganisationer och huvudman för utbildningsanordnare, t.ex. kommuner och universitet.

Intrång i upphovsmannens rättigheter enligt upphovsrättslagen kan medföra straff (böter eller fängelse), skadestånd och beslag/förstöring av olovligt framställt material. Såväl analog som digital kopiering regleras i BONUS-avtalet. Läs mer på www.bonuscopyright.se.

Liber AB, 113 98 Stockholm
Kundservice tfn 08-690 90 00
Kundservice.liber@liber.se
www.liber.se

Skannat med CamScanner

Innehållsförteckning

Författarpresentation 5

Svetsning och lödning 6
- Historisk tillbakablick 7
- Svetsning och lödnings mångsidighet 8
- Svetsningens fördelar 8
- Förändring av arbetstycket 9
- Användningsområde 9
- Medial missuppfattning 10

Förklaring till vanliga uttryck som används inom svetsning 11
- Skarvsvetsning 12
- Påsvetsning 12
- Smältsvetsning 13
- Trycksvetsning 13
- Svets och fog 14

Smältsvetsning 15
- Gassvetsning 16
- Bågsvetsning 17
  - *Metallbågsvetsning* 18
  - *Gasbågsvetsning* 19

Elektricitet och strömkällor 21
- Material 22
- Atomer 22
- Positiva och negativa joner 23
- Elektriska ledare och isolatorer 23
  - *Elektrisk ström* 23
  - *Elektrisk spänning* 24
  - *Resistans* 24
  - *Likström eller växelström* 25
  - *Frekvens* 26
  - *Effekt* 26

Svetsströmkällor 27
- Svetstransformator 28
- Svetslikriktare 28
- Omriktare/Inverter 29
- Omformare 29
  - *Svetskretsen – anslutning av svetsledare och återledare* 30
- Inställning av svetsparametrar – svetsström och svetsspänning 31
  - *Fjärrinställningsdon* 31
  - *Strömkällors värmeförluster och verkningsgrad* 32
  - *Intermittensfaktor* 32
  - *Strömkällans märkplåt* 32
  - *Tomgångsspänning* 33
  - *Arbetsspänning* 33
  - *Bågspänning* 34
  - *Strömkällas statiska karakteristik* 34
  - *Konstant strömtyp* 34
  - *Ljusbågens längd vid MMA och TIG* 35
  - *Konstant spänningstyp* 35

Fogar 36
- Fogar 37
  - *Fog och svets* 38
  - *Stumfog* 38

Svetslägen 39
- Svetslägen för stumsvetsar i plåt 40
  - *Svetslägen för kälsvetsar i plåt* 40
  - *Svetslägen för stumsvetsar i rör* 41
- Svetslägen för kälsvetsar i rör 41

Förutsättningar för ett bra svetsresultat 42
- Förutsättningar för ett gott svetsresultat 43
  - *Val av metod för svetsning och lödning* 44
  - *Bärande element/delar och inte bärande element/delar* 44
  - *Allmänna råd för val av svetsmetod* 44
  - *Grundtabell för val av svetsmetod med avseende på material som ska svetsas* 45
    - *Enkla olegerade stål* 45
  - *Låglegerad stål och varmhållfasta stål* 46
  - *Rostfria stål* 46
  - *Aluminium och aluminiumlegeringar* 46
  - *Titan och titanlegeringar* 46
  - *Val av tillsatsmaterial vid svetsning* 46
  - *Val av rätt vid svetsning* 47
  - *Grundtabell för lämplig gas* 47
  - *Skyddsblad* 47

Principen för gassvetsning 48
- Användningsområden för gassvetsning 49
- Utrustning för gassvetsning 49
  - *Gasflaskorna för acetylen och oxygen* 49
  - *Gasregulator* 50
  - *Bakslagsspärr* 50
  - *Gasslangar* 51
  - *Backventiler* 51
  - *Svetshandtag* 51
  - *Svetsinsats* 52
  - *Tillsatsmaterial för gassvetsning* 52
- Tändning av gaslågan 53
- Släcka gaslågan 53
- Så här går gassvetsning till 54
  - *Vilka material kan svetsas med gassvetsmetoden?* 54

Gasskärning 55
- Principen för gasskärning 56
- Användningsområden för gasskärning 56
- Utrustning för gasskärning 56
  - *Skärbrännare* 56
- Tändning och inställning av skärbrännare 57
- Släckning av skärbrännare 58

Skannat med CamScanner

Teknik för skärning med start i plåtkant 58
Teknik för skärning med start mitt i plåt 58
Vilka material kan gasskäras 59

Lödning 60
Principen för lödning 61
Val av lod och flussmedel 61
Användningsområden 62
Mjuklödning 63
Teknik för mjuklödning med gaslåga 63
Hårdlödning 63
Teknik för hårdlödning med gaslåga 64
Svetslödning 64
Korrosionrisk 65

MIG/MAG 66
Principen för MIG/MAG 67
Svetsutrustning för MIG/MAG 68
Bågtyp 69
Kortbåge 69
Spraybåge 69
Blandbåge 70
Kontaktrörsavstånd och utstickslängd 70
Utrustningsberoende svetsparametrar 70
Val av tillsatsmaterial 71
Val av gas 71
Gaser som rekommenderas för rostskydd 71
Inställning av skyddsgasflöde 72
Så här går det till att svetsa MIG/MAG 72
Tändningen av ljusbågen 72
Under svetsning 73
Frånsvetsning eller motsvetsning 73
Strängning och pendling 74
Svetshastighet 74
Svetsavslutning 75
Punktsvetsning 75
Vinklar för svetspistolen 75
Vilka material kan svetsas med MIG/MAG 76

Manuell metallbågsvetsning 77
Principen för MMA, manuell metallbågsvetsning 78
Användningsområden för MMA 79
Vilka material kan svetsas med MMA? 80
Belagda elektroder 80
Elektrodtyper 81
Basiska elektroder 81
Sammanfattning av elektrodernas egenskaper 81
Rutila elektroder 82
Polaritet och likström alternativt växelström 82
Hantering av elektroder 83
Val av tillsatsmaterial 83
Svetsparametrar 84
Utrustningsberoende svetsparametrar 84
Personberoende svetsparametrar 84
Så här går det till att svetsa MMA, manuell metallbågsvetsning 85
Tändning av ljusbågen 85
Under svetsning 85
Elektrodvinklar 86
Svetshastighet 86
Svetsavslut 87
Strängning och pendling 87
Magnetisk blåsverkan 88

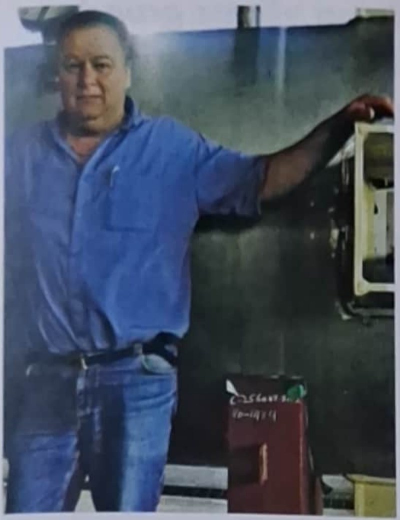
TIG-svetsning 89
Principen och utrustning för TIG-svetsning 90
Användningsområden för TIG-svetsning 91
TIG strömkälla 92
Att välja gas 92
Tillsatsmaterial 92
Strömtyp och polaritet 92
TIG-brännaren 92
Vinklar på tillsatsmaterial och TIG-brännare 93
Inmatning av tråd i smältan 93
Volframelektroder 94
Volframelektroder och slipning 94
Så här går det till att TIG-svetsa 95
Tända ljusbågen 95
Volframelektroder 94
Under svetsning 96
Volframelektroder 94
Svetsavslut 97

Svetsdatablad, WPS 98
Styrningen av svetsning med hjälp av svetsdatablad 99
Kontroll av svetsförband 100
Svetsfel 102

Hälsa och säkerhet 104
Hälsa och säkerhet 104
Risker vid svetsning 104
Brand och explosion 104
Elektrisk ström 105
Strålning 105
Buller 106
Luftföroreningar (rök och gaser) 106
Punktutsug och allmän ventilation 107
Elektromagnetiska fält 108
Personlig skyddsutrustning 108
Svetshjälm med friskluftstillförsel 109
Arbetsmiljöverket 110
Standarder för svetsområdet 110
Systemet med internationella standarder 110
Sökordsregister 111

Skannat med CamScanner

Författarpresentation



Hej, jag heter Thomas Hällman

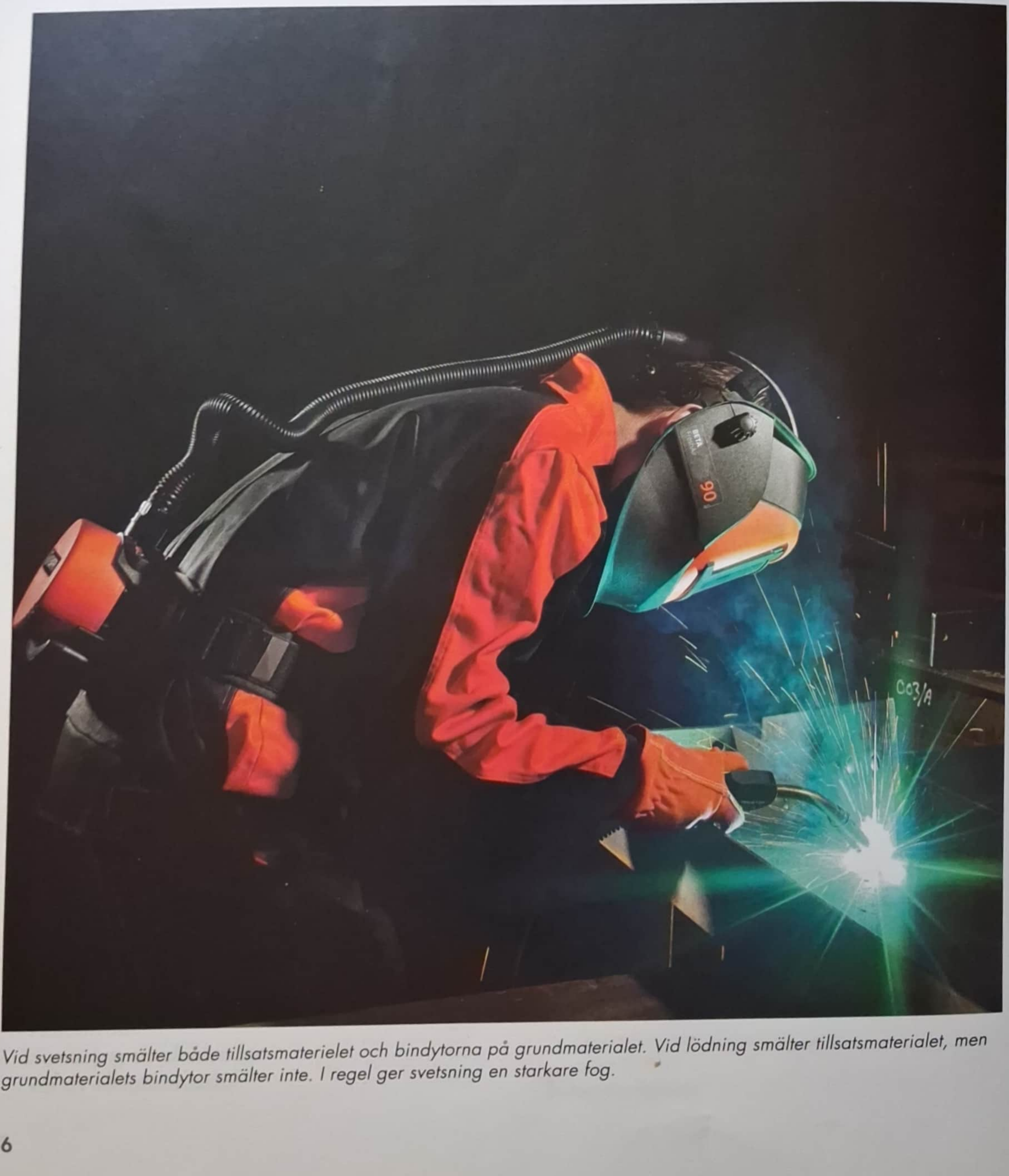
Jag har tidigare arbetat flera år som svetsare inom industrisektorn. Som ung var arbetet mest reparationssvetsning av lastmaskiner och svetsning av stålkonstruktioner. Sedan blev det i huvudsak svetsning av tryckkärl och rörsystem.
Jag provade på läraryrket några år och tyckte att det var både roligt och utvecklande. Jag började också arbeta med Liber och läromedel. Nuförtiden arbetar jag med att resa runt i världen i olika projekt med svetsning. Då ser man hur viktigt det är med bra svetsutbildning. Man ser också den höga nivån av yrkeskunnande som kan nås med IWF:s utbildningssystem. Det är som alltid studier och mycket träning som ger bra resultat.

Lycka till med svetsningen.
Thomas Hällman

Skannat med CamScanner

Svetsning och lödning

Svetsning och lödning är två sätt att sammanfoga olika arbetsstycken till en sammanhängande enhet. Den stora skillnaden mellan svetsning och lödning är nivån på grundmaterialets temperatur. Vid svetsning smälter grundmaterialet vid svetsstället. Vid lödning värms grundmaterialet upp till en temperatur som är lägre än grundmaterialets smälttemperatur. Sammanfattningsvis smälter grundmaterialet vid svetsning men inte vid lödning.



Vid svetsning smälter både tillsatsmaterielet och bindytorna på grundmaterialet. Vid lödning smälter tillsatsmaterialet, men grundmaterialets bindytor smälter inte. I regel ger svetsning en starkare fog.

Skannat med CamScanner

Historisk tillbakablick

Lödning är en mycket gammal metod för att sammanfoga metaller. Mer än 5000 år gamla arkeologiska fynd av smycken med lödningsarbeten har hittats. Svetsning är en mycket yngre metod. Den första typen av sammanfogning av stål ufördes av smeder. Sammanfogning av metaller skedde då genom " vällning". Stålet hettades upp till rödvärme och metallytorna beströddes med kvartssand och slogs ihop med hammare. Den första svetsningen med ljusbåge började på slutet av 1800-talet. Svensken Oscar Kjellberg på ESAB uppfann och fick patent på den belagda elektroden i början av 1900-talet.

Gustav Dahlen fick sina ögon förstörda under en gasexplosion i sitt laboratorium under försök med lagring av acetylen under tryck. Trots att olyckan gjorde honom blind arbetade han för fullt resten av sitt liv inom svensk industri.

Gassvetsning är också en uppfinning från slutet av 1800-talet. Metoden demonstrerades i Sverige i början av 1900-talet av Gustav Dahlen på AGA. Gustav Dahlen utvecklade "AGA-massan" för att möjliggöra lagring av acetylengas på flaska under högt tryck utan att gasen exploderade. Efter det blev bl.a. gassvetsning mera praktiskt tillämpbart och säkrare. Gustav Dahlen är nog mest känd för AGA-fyren som under nästan 100 år väglett fartyg på de sju världshaven.

Oscar Kjellberg, en svensk pionjär och entrepenör inom svetsning. Hans patent med belagda svetselektroder underlättade svetsningen betydligt samtidigt som kvaliteten på svetsförbanden höjdes väsentligt. Efter några år började även svetsning accepteras för sammantagning av bl.a. fartyg.

Skannat med CamScanner

Svetsning och lödnings mångsidighet

Det finns många olika typer av svetsning och lödning, både olika metoder och olika material som ska svetsas eller lödas. Svetsning och lödning kan ske både robotiserat/mekaniserat och manuellt. En del metoder är enkla att utföra, medan andra kräver mycket träning och stor yrkesskicklighet. Internationella regelverk för utbildning och internationella standarder ger en stor världsmarknad för svetsade och lödda produkter.

Automatiserad svetsning av kaross till lastbil. Robotar sköter här MAG–svetsning, punktsvetsning och slipning 24 timmar per dygn.

Lödning av elektronik/kretskort är en typ av mjuklödning.

Svetsning av fartyg och fartygsdelar. Skärning med kolbågning syns till höger i bilden. Har man hört eller utfört skärning med kolbåge minns man mest av allt det höga ljudet. I bildens bakgrund syns fartygets skrov under tillverkning och montage.

Svetsningens fördelar

En fördel med svetsning är att rätt utförd är det en snabb metod och resultatet av sammanfogningen är av hög kvalitet och hållfasthet. Ekonomiskt och kvalitetsmässigt är ofta svetsning att föredra i jämförelse med andra metoder.

Skannat med CamScanner

Förändring av arbetstycket

Vid svetsning utsätts arbetsstycket för värme. Egenskaperna hos ett metalliskt material som värme kan förändras. För material som är avsedda för svetsning är det inget problem, då svetsvärmens påverkan på materialet är väl känt. Problemet är när okända material ska svetsas när man varken vet vilken typ av t.ex. aluminium det är eller vilket handelsnamn som används. Då är det säkrast att först göra en materialanalys. Efter att ha läst den här boken kommer du att veta när det är lämpligt att svetsa eller löda och vilken metod du ska använda.

Användningsområden

Svetsning används till stålkonstruktioner som fartyg, broar, oljeplattformar, kraftverk, rörledningar, möbler, och inom bilindustri och medicinsk industri. Listan kan göras hur lång som helst. Andra hantverkare än svetsare som har svetsning som en del i sina yrken är t.ex. mekaniker, elektriker, rörmontörer, reparatörer, fastighetsskötare, byggare och lantbrukare. Även den som arbetar hemma med sin hobby, sitt fordon eller sin fastighet svetsar ibland. Svetsning är en viktig grundkunskap både för olika yrkesgrupper och hemmafixaren.

Svetsning av av rörkonstruktion i grövre diameter. Bilden visar häftning med manuell metallbågsvetsning av ett T-rör. Det horisontella röret är fastspänt på rullbockar. Att kunna vrida på arbetsstycket på rullbockar förenklar svetsningen. Röret kan låsas i olika vinklar med hjälp av kedjan.

Skannat med CamScanner

Medial missuppfattning

Ibland informerar media om att personer räddats vid bil- och båtolyckor genom att räddningspersonalen svetsat upp en bildörr eller ett tak eller svetsat sig igenom ett fartygsskrov. Det korrekta är att man skurit upp bildörren eller fartygsskrovet. Svetsning är att sammanfoga arbetstycken eller eventuellt påsvetsa på ett arbetsstycke. Svetsning och skärning är två helt olika saker.

Svetsning av rördelar, dvs rördelar som fogas samman med hjälp av svetsning.

Skärning med skärbrännare. D.v.s. kapning av plåten sker. Gasskärningen med oxygen/acetylen– skärbrännare på bilden sker på en svetsskola. Är det rätt avstånd mellan skärbrännarens munstycke och plåtbiten?

Skannat med CamScanner

Förklaring till vanliga uttryck som används inom svetsning

Inom svetsning finns olika uttryck och grundbegrepp som är viktiga att känna till. Till exempel skarvsvetsning och påsvetsning samt vad som menas med svets och fog. Det är också viktigt att känna till skillnaden mellan smältsvetsning och trycksvetsning.

Skannat med CamScanner

Skarvsvetsning

Med skarvsvetsning menas att två eller flera arbetsstycken sammanfogas med varandra. Det kan t.ex. vara två plåtar eller två rör som sammanfogas med varandra.

Skarvsvetsning med metallbågsvetsning. Ett rör med stor diameter som här svetsas från insidan. X-fog har använts.

Påsvetsning

Påsvetsning kallas också för påläggssvetsning. Sker svetsning på ett arbetsstycke utan att sammanfoga arbetsstycken med varandra kallas det för påsvetsning. Påsvetsning används både vid nytillverkning och vid reparationer när ett arbetsstycke ska göras större eller behöver en yta med andra egenskaper är vad grundmaterialet har. Påsvetsning används bl.a vid reparation av axlar och valsar för t.ex stålverk och fordon. När ett vanligt ordinärt stål (kolstål) får ett ytskikt av ett rostfritt stål används också påsvetsning. Andra områden är t.ex processindustrin och för svetsning av hårdare skikt på skopor till grävskopor och traktorer, samt slitdelar i stenkrossar och anriktningsverk i gruvindustrin.

Reparation av en axel genom att ett nytt ytskikt läggs på axeln. Det nya ytskiktet kan vara av annan legering än vad axeln består av. I många fall väljs ett ytskikt av ett hårdare material eller ett material med bättre korrosionsegenskaper.

Skannat med CamScanner

Smältsvetsning

Med smältsvetsning menas att arbetsstyckets fogytor smälter vid sammanfogningen. Smältsvetsning kan ske både med och utan användning av ett tillsatsmaterial. Smältsvetsning är den typ av svetsning som kommer att beskrivas i den här läroboken. Exempel på smältsvetsmetoder är gassvetsning, manuell metallbågsvetsning, MIG- och MAG-svetsning, TIG-svetsning. Observera att lödning inte är en svetsmetod.

Smältsvetsning med MIG/MAG– metoden. Ramen som svetsas ligger på ett plant plåtbord vilket underlättar inpassning av ramens delar.

Trycksvetsning

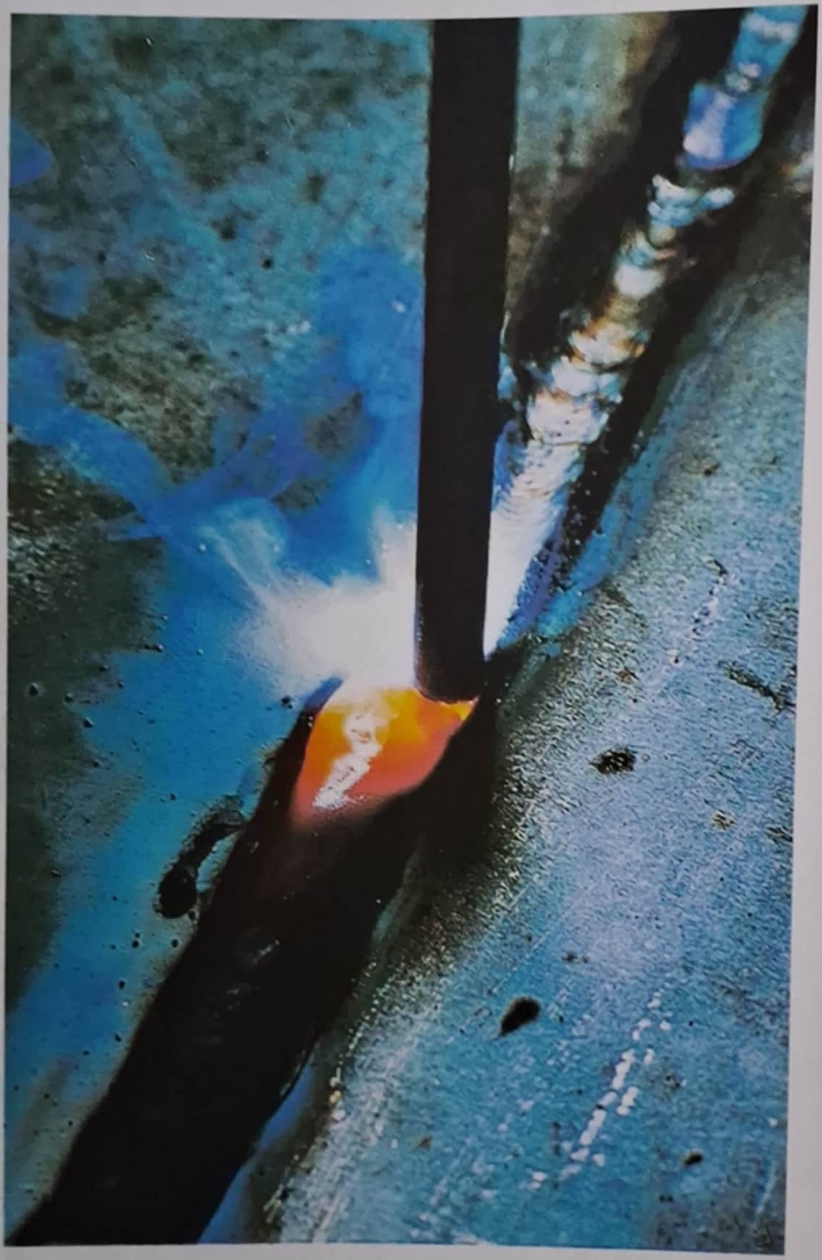
Trycksvetsning är när fogytorna på två arbetsstycken av stål tillförs värme så att de börjar mjukna utan att smälta, och sedan trycks samman med en yttre kraft. Exempel på trycksvetsmetoder är punktsvetsning, pressvetsning, sömsvetsning och brännsvetsning.

Robotiserad punktsvetsning av en fordonskaross. Svetsningen sker inom ett avgränsat och inhägnat område. Personal får inte vistas inom robotarnas arbetsområde när produktion pågår.

Skannat med CamScanner

Svets och fog

Det ställe där svetsning kommer att utföras benämns fog. När svetsningen är utförd kallas det för svets. När svetsningen är klar finns därför inte längre någon fog. Före svetsning heter det alltså fog och efter heter det svets eller svetsförband. I media kan man höra och läsa om "svetsfogar som brustit", vilket är felaktigt uttryckt. Det heter "svets" eller "svetsförband".

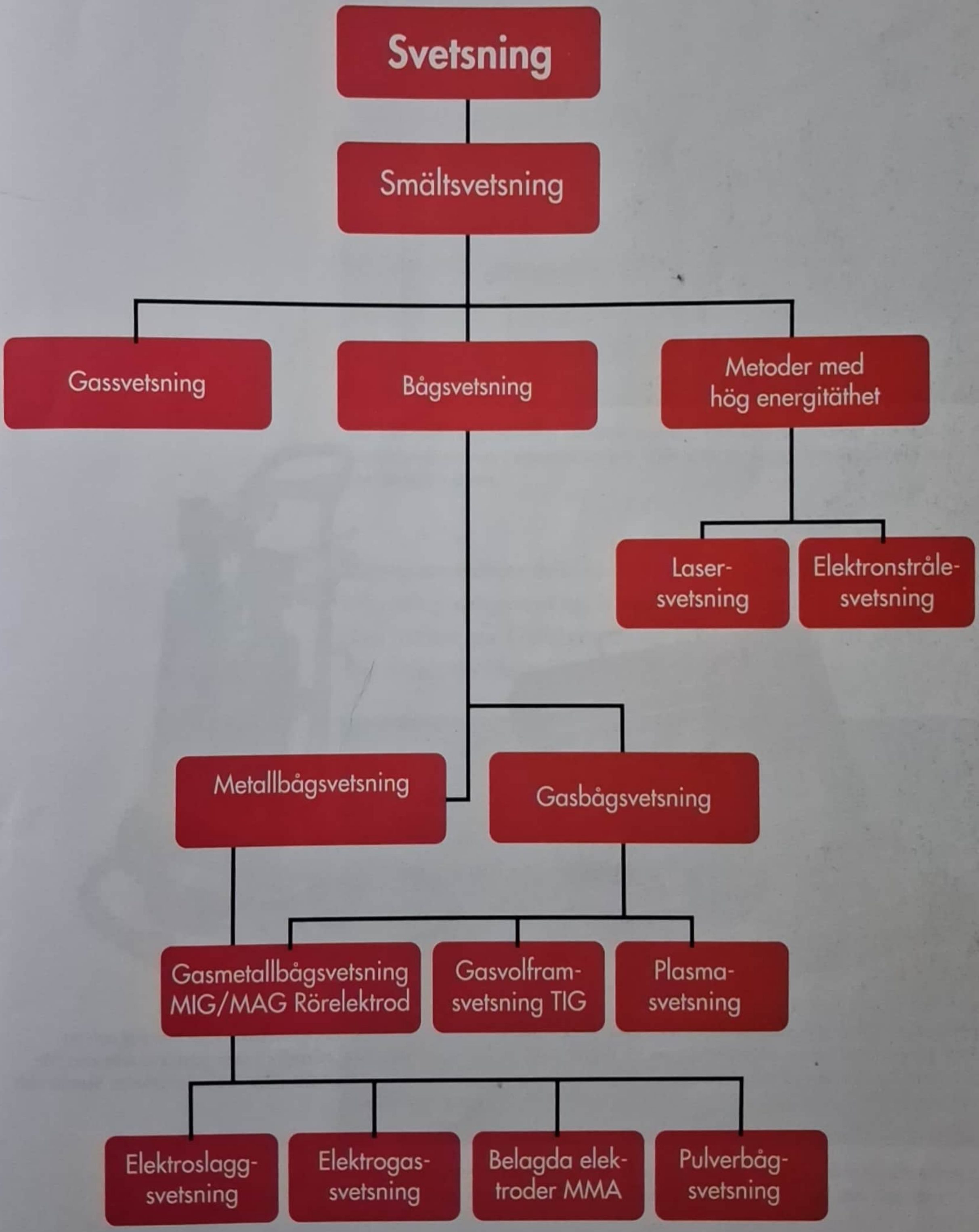


Svetsning av en V-fog med manuell metallbågsvetsning. Svetsningen sker i en fog. När svetsningen är klar är det ett svetsförband. Ofta förkortas uttrycket svetsförband med "svets" vilket lätt kan missförstås.

Skannat med CamScanner

Smältsvetsning

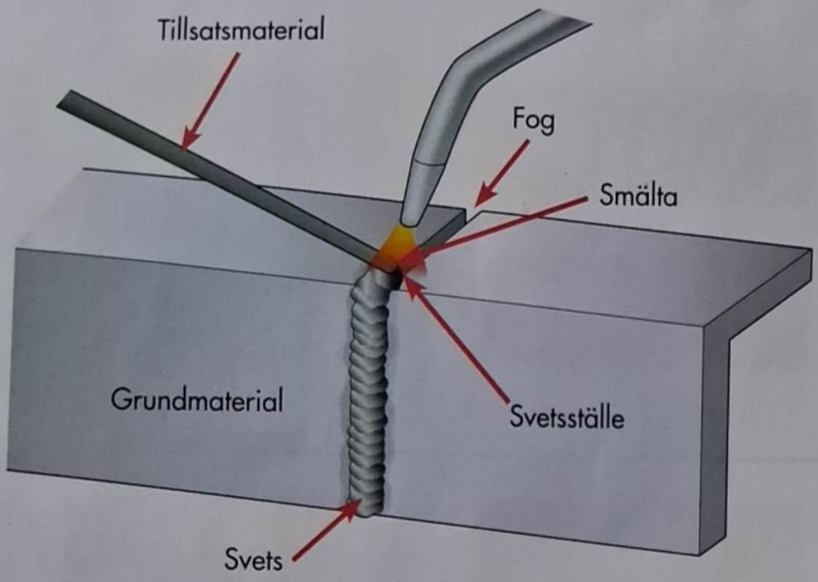
Smältsvetsning är svetsmetoder där fogytorna värms till så hög temperatur att fogytorna smälter. Smältsvetsmetoderna delas in i tre huvudgrupper: Gassvetsning, Bågsvetsning och Metoder med hög energitäthet.



Skannat med CamScanner

Gassvetsning

Vid gassvetsning används en blandning av acetylen och oxygen. Acetylenet som är en brännbar gas blandas med oxygengasen i svetsbrännaren. Vid svetsbrännarens munstycke antänds gasen. Gaslågan är ungefär 3 100 °C.



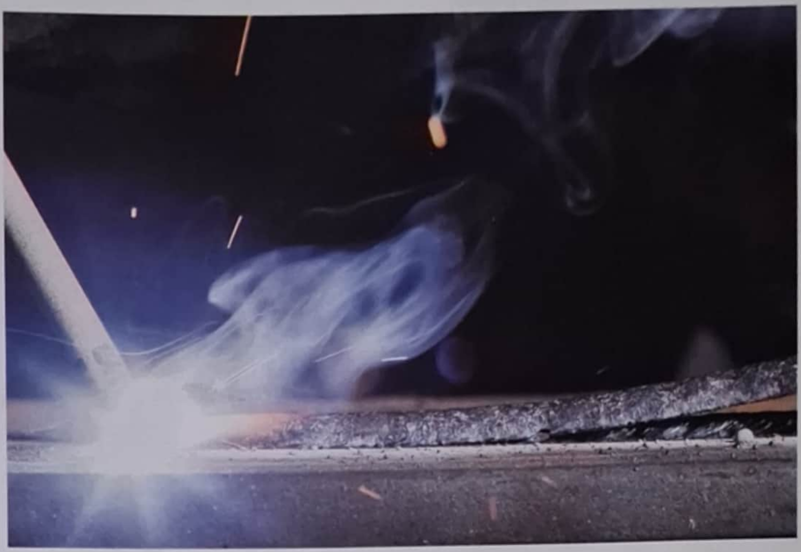
Utrustning för manuell gasskärning och gassvetsning. Lådans lock har en tabell med rekommendationer för val av skär och svetsmunstycken och rekommendation för inställning av rätt gastryck.

Gaskärra med en acetylenflaska (den mindre) och en oxygenflaska (den större). En liten gaskärra som den här används ofta vid mindre svets– och skärarbeten utanför den egna verkstaden.

Skannat med CamScanner

Bågsvetsning

Bågsvetsning är svetsmetoder där en elektrisk ljusbåge används som värmekälla. Den elektriska ljusbågen är 5 000-7 000 °C. Ljusbågen uppstår mellan en metallelektrod och arbetsstycket. Metallelektoden kan vara av smältande typ som vid MIG/MAG-svetsning och manuell metallbågsvetsning eller av icke smältande typ som vid exempelvis TIG-svetsning.



Manuell metallbågsvetsning. Smältan skyddas från luftens skadliga inverkan av gasbildande ämnen i svetselektrodens hölje samt av slagg som lägger sig runt den färdiga svetsen.

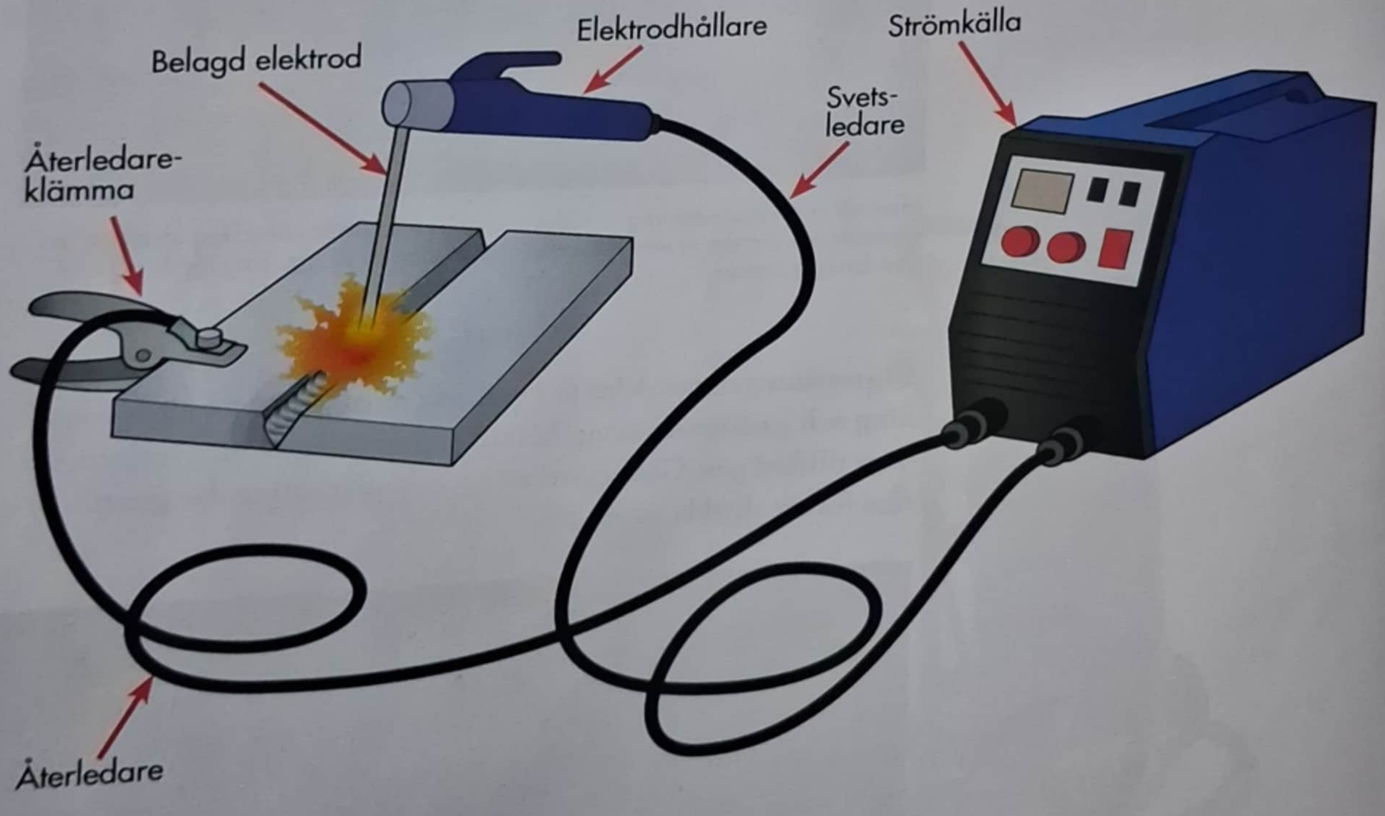
Bågsvetsmetoderna delas in i två huvudgrupper. Metallbågsvetsning och gasbågsvetsning. Metallbågsvetsning är bågsvetsning utan tillförd gas. Gasbågsvetsning är bågsvetsning där gas tillförs för att skydda smältan.

TIG–svetsning av rostfritt stål. En skyddsgas används till att skydda smältan från luftens skadliga inverkan. Till höger i bild syns tillsatsmaterialet som doppas i smältbadet.

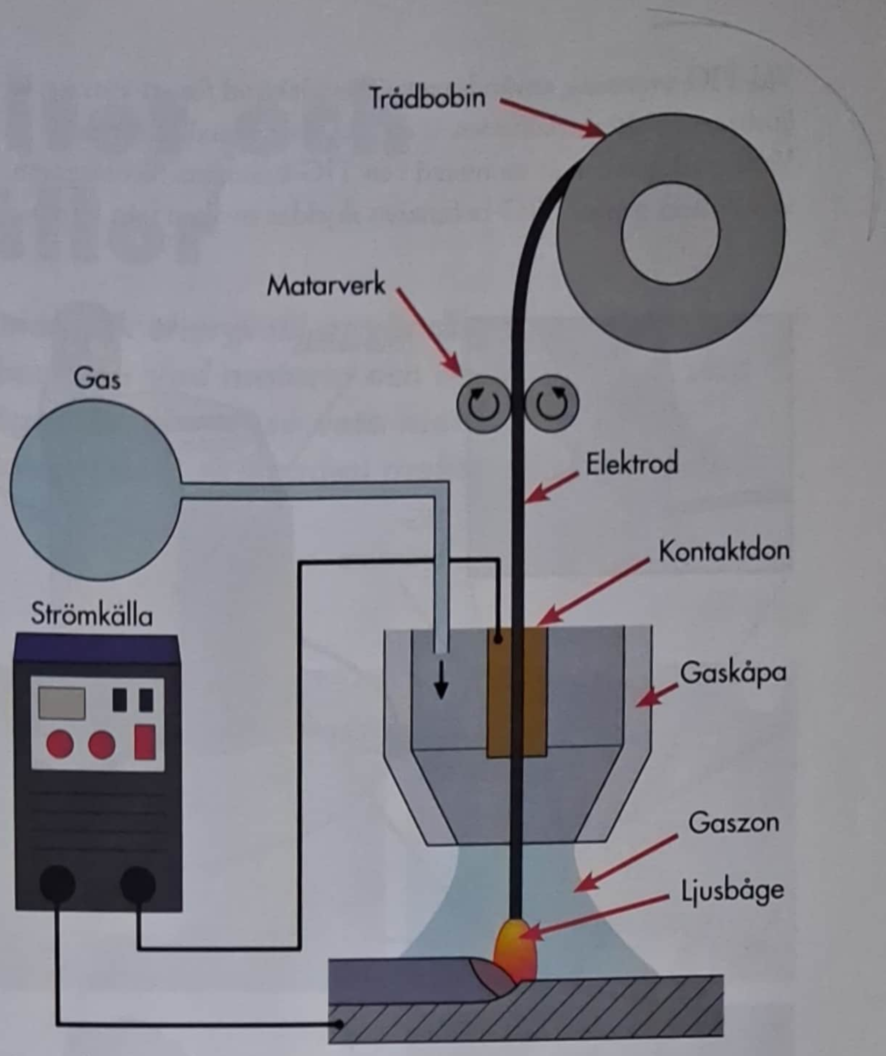
Skannat med CamScanner

Metallbågsvetsning

Det gasskydd som behövs för att skydda smältan från luftens skadliga inverkan kommer från ett elektrodhölje eller svetspulver. Exempel på metallbågsvetsning är manuell metallbågsvetsning och pulverbågsvetsning. Vid manuell metallbågsvetsning används svensken Oskar Kjellbergs mer är hundra år gamla uppfinning, den belagda elekroden. När ljusbågen tänds börjar elektroden och elektrodhöljet smälta ner. Elektrodens hölje innehåller gasbildande ämnen som skyddar smältan från inverkan. Prova att svetsa med en MMA-elektrod med borttaget elektrodhölje så märker du den stora skillnaden i svetsegenskaper mellan en elektrod med och utan elektrodhölje.



Skannat med CamScanner



Princip för MIG- och MAG-svetsning

Gasbågsvetsning

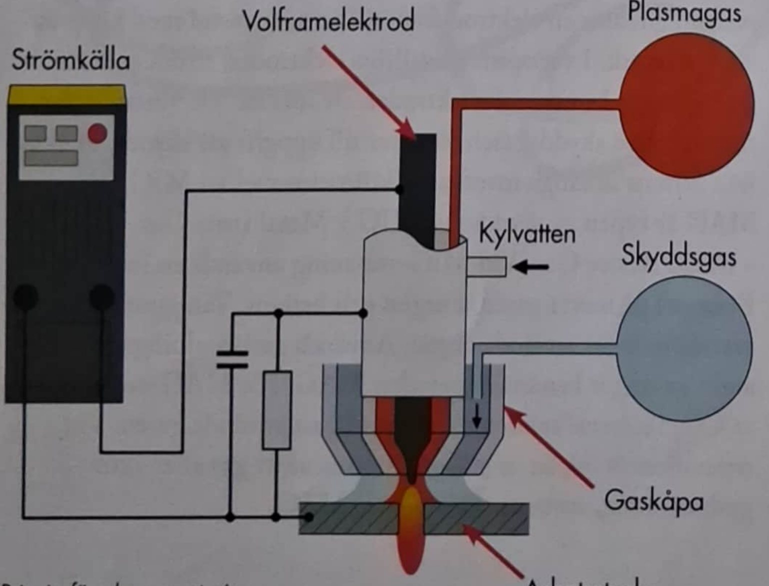
Exempel på gasbågsvetsmetoder är MIG-, MAG-svetsning, TIG-svetsning och Plasmasvetsning. Vid MIG- och MAG-svetsning matas en elektrod fram till en svetspistol med hjälp av ett matarverk. I svetspistolen tillförs elektroden ström som får ljusbågen att brinna och elektroden att smälta. Via svetspistolen tillförs också skyddsgasen som har till uppgift att skydda smältan från luftens skadliga inverkan. Skillnaden mellan MIG och MAG är typen av skyddsgas. MIG = Metal Inert Gas. MAG = Metal Active Gas. Vid MIG-svetsning används en inert gas. Exempel på inerta gaser är argon och helium. Vanligast vid MIG-svetsning är att använda argon. Används gasblandningar där en aktiv gas ingår benämns metoden MAG. För MAG-svetsning är CO_2 (kolsyra/koldioxid) den vanligast använda gasen. Vid reparation av bilplåt av stål används en aktiv gas eller aktiv gasblandning, svetsmetoden blir då MAG.

Skannat med CamScanner

Vid TIG-svetsning används en volframelektrod för att alstra ljusbågen. Volframelektoden är en icke avsmältande elektrod. Volframelektroden är monterad i en TIG-brännare. Skyddsgasen som tillförs genom TIG-brännaren skyddar smältan från luften.

Princip för TIG-svetsutrustning.

Plasmasvetsning liknar TIG-svetsning och använder sig av en icke avsmältande volframelektrod. Plasmasvetsning har högre energiinnehåll i ljusbågen än TIG-svetsning. Två gaser används vid plasmasvetsning: en plasmagas för alstring av ljusbågen och en skyddsgas.



Princip för plasmasvetsning.

Skannat med CamScanner

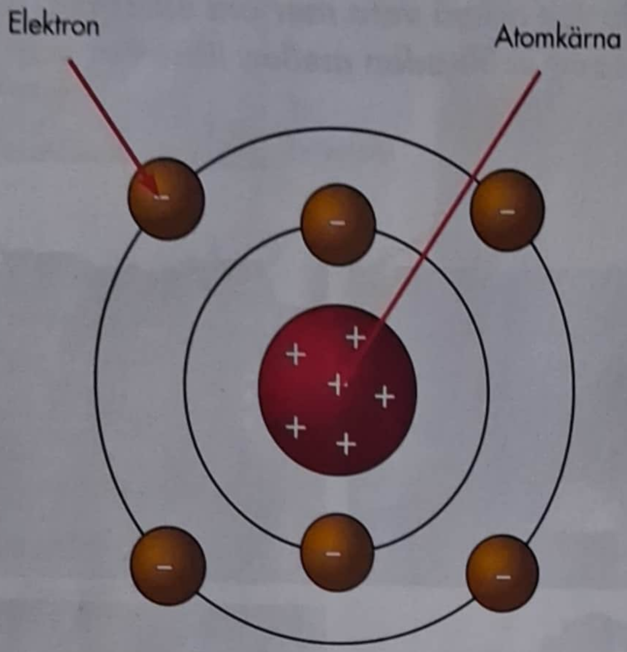
Elektricitet och strömkällor

Strömkällor omvandlar elekrisk energi till användbar energi för svetsning. Bland annat beskrivs vad materia och atomer är och vad elektrisk ström är för något. Du får också veta mer om elektrisk spänning, resistans, frekvens samt skillnaden mellan likström och växelström.

Skannat med CamScanner

Material

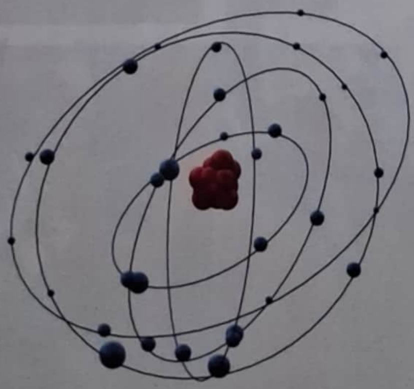
Materia är uppbyggd av atomer. Materien delas in i grundämnen och kemiska föreningar. Ett grundämne består av samma sorts atomer. Exempel på ett grundämne är järn med den kemiska beteckningen Fe. En kemisk förening består av två eller fler olika atomer. Exempel på en kemisk förening är vatten med den kemiska beteckningen H_2O.



Kolatom med den kemiska beteckningen C.

Atomer

Atomer består av en atomkärna som omges av elektroner som cirkulerar runt atomkärnan med mycket hög hastighet. Atomkärnan är positivt laddad. Elektronerna är negativt laddade. Ett grundämne har lika många positiva laddningar i atomkärnan som den har elektroner. Atomen är då neutralt laddad.



Hos ett grundämne råder det naturlig balans mellan de negativa elektronerna och den positiva atomkärnan.

Skannat med CamScanner

Positiva och negativa joner

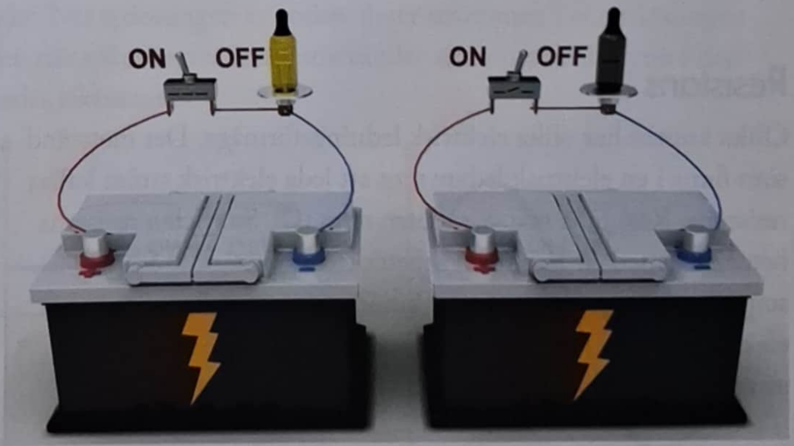
Om en eller flera elektroner lämnar atomen uppstår ett överskott av positiva laddningar och atomen blir då positivt laddad. Om en eller flera elektroner tillkommer till atomen blir det ett överskott av negativa laddningar och atomen blir negativt laddad. Atomer, molekyler och molekylgrupper som inte är i elektrisk jämvikt kallas för joner.

Elektriska ledare och isolatorer

I de flesta metaller kan elektroner röra sig fritt mellan olika atomer. När dessa fria atomer sätts i rörelse i en ledare sägs en elektrisk ström flyta i ledaren. De flesta metaller har god elektrisk ledningsförmåga. Några exempel på goda elektriska ledare är koppar, aluminium och järn. Andra material har sina elektroner fastare bundna till atomkärnorna och har brist på fria elektroner. De har mycket dålig elektrisk ledningsförmåga och används istället som isoleringsmaterial. Exempel på bra isolatorer är plast, gummi och porslin.

Elektrisk ström

Elektroner och joner sätter elektriska laddningar i rörelse. Elektrisk ström är elektroner och joner i rörelse. En glödlampa som ansluts med två ledningar till ett batteris pluspol och minuspol lyser beroende på att strömkretsen är sluten och en elektrisk ström passerar genom kretsen. På samma sätt fungerar det med en svetselektrod som kopplas till en svetskrets. Med ström menas den laddningsmängd (antal elektroner) som per tidsenhet passerar ett tvärsnitt av en ledare. Ström mäts i enheten ampere (A) Storheten ström betecknas med I (kursivt I). Exempel I = 100 A (Strömmen är 100 ampere).

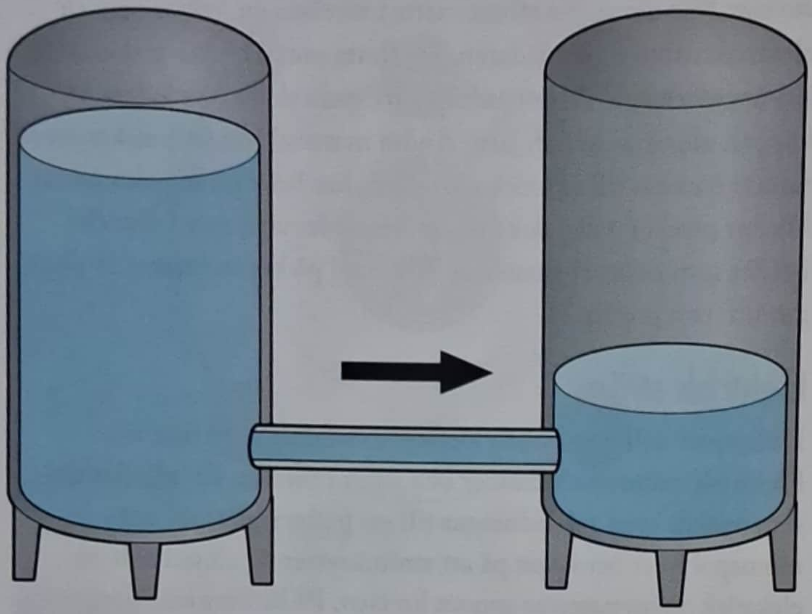


På den vänstra bilden är strömbrytaren öppen, påslagen och strömkretsen är sluten med följd att lampan lyser. På den högra bilden är strömbrytaren stängd och strömkretsen är bruten. Ingen elektrisk ström passerar genom lampan och lampan kan inte lysa.

Skannat med CamScanner

Elektrisk spänning

Elektronerna i en ledning måste påverkas av en kraft för att de ska sättas i rörelse. Den kraften kallas för spänning. För att en ström ska flyta i ledare en fordras att det finns en spänning mellan ledarnas ändar. Spänning mäts i enheten volt (V). Storheten spänning betecknas med U. Exempelvis $U = 220$ V (spänningen är 220 volt). Det kan göras en liknelse mellan strömmen och spänningen i en elektrisk ledare och en vattenledning. Flödet, dvs. den mängd vatten som flyter genom ledningen är ”strömmen” och vattentrycket i ledningen är ”spänningen”.



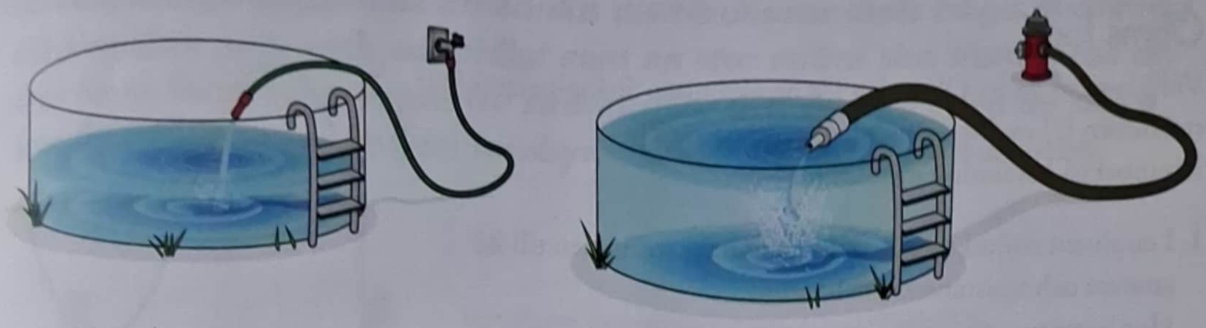
Bilden visar två öppna kärl med vatten. Stor skillnad i vattennivå kan jämföras med stor skillnad i spänning. Stor skillnad ger ökat flöde.

Resistans

Olika ämnen har olika elektrisk ledningsförmåga. Det motstånd som finns i en elektrisk ledare mot att leda elektrisk ström kallas resistans. Resistans mäts i enheten ohm (Ω). Storheten resistans betecknas med R. Exempelvis betecknas motstånder 500 Ω som: $R = 500$ Ω. Koppar och aluminium är metaller som är bra elektriska ledare. Resistansen i en elektrisk ledare är beroende av material, grovlek (diameter), längd och temperatur. En

Skannat med CamScanner

elektrisk ledare med större diameter klarar att leda högre ström än en elektrisk ledare med mindre diameter om de är av samma material. Detta beroende på att större diameter ger lägre resistans. En längre elektrisk ledare har högre resistans (motstånd) än en kortare elektrisk ledare av samma diameter och material. Det innebär ett högre spänningsfall vid långa elektriska ledare.

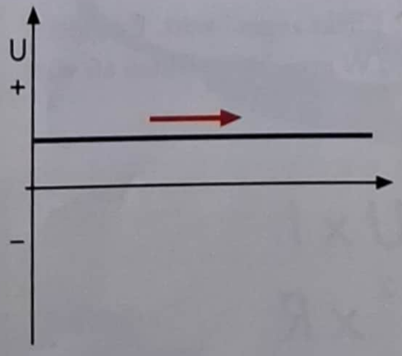


Ska du fylla en bassäng med vatten kan det ta mycket lång tid om du använder en lång trädgårdsslang. Använder du en tjock brandslang kommer det att gå mycket fortare. Elektriska kablar har liknande egenskaper. En svetsledare eller en återledare som har stor diameter kan leda en stor svetsström.

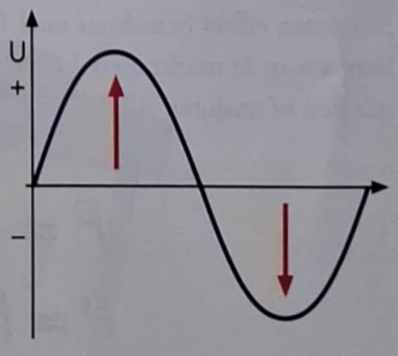
Likström eller växelström

Det finns två typer av ström. Det är växelström och likström. Båda används för svetsning. Symbolen för likström är – och betecknas vanligen med DC från engelskans Direct Current. Likström kännetecknas av att strömmen hela tiden flyter i samma riktning.

Symbolen för växelström är ~ och betecknas vanligen med AC från engelskans Alternating Current. Växelström kännetecknas av att strömmen hela tiden ändrar riktning och storlek i en jämn takt. När spänningen är positiv flyter strömmen i ena riktningen och när spänningen är negativ vänder strömmen och flyter i den andra riktningen.



Likström.



Växelström.

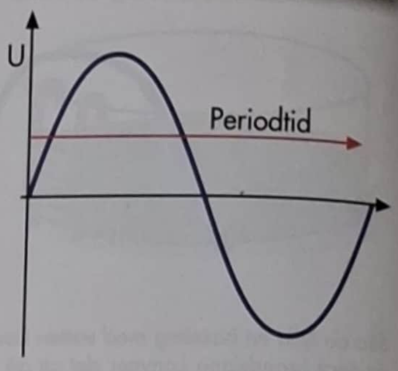
Skannat med CamScanner

Frekvens

Den takt som växelström ändrar riktning i benämns frekvens. Frekvens anges i antal perioder per sekund och mäts i enheten hertz (Hz). En period är en hel positiv del och en hel negativ del. Storheten frekvens betecknas med *f*. Exempelvis betecknas frekvensen 50 herz som: $f = 50$ Hz. I Sverige har vi 50 Hz i vårt elnät.

$$\text{Frekvensen} = \frac{1}{\text{periodtiden}}$$

$$\text{Periodtiden} = \frac{1}{\text{frekvensen}}$$



Hela kurvan motsvarar en period.

Ohms lag

Vid likström gäller Ohms lag för beräkningar. Spänningen (*U*) är strömmen (*I*) multiplicerat med resistansen (*R*).
Exempel på beräkning med Ohms lag

1. I en sluten strömkrets med likström mäts strömmen till 22 ampere och resistansen till 10 ohm.
Hur hög är spänningen i den slutna kretsen?
22 ampere x 10 ohm = 220 Volt.

2. I en sluten strömkrets med likström mäts spänningen till 30 Volt och resistansen till 10 ohm.
Hur hög är strömmen i den slutna kretsen?
30 volt / 10 ohm = 3 ampere

3. I en sluten strömkrets med likström mäts strömmen till 10 ampere och spänningen till 30 Volt.
Hur hög är resistansen i den slutna kretsen?
30 volt / 10 ampere = 3 ohm

1. $$U = I \times R$$

2. $$I = \frac{U}{R}$$

3. $$R = \frac{U}{I}$$

Effekt

Storheten effekt betecknas med *P*. Effekt anges i watt. En glödlampa som är märkt med 240 V 60 W utvecklar effekten 60 watt när den är ansluten till 240 volt.

$$P = U \times I$$

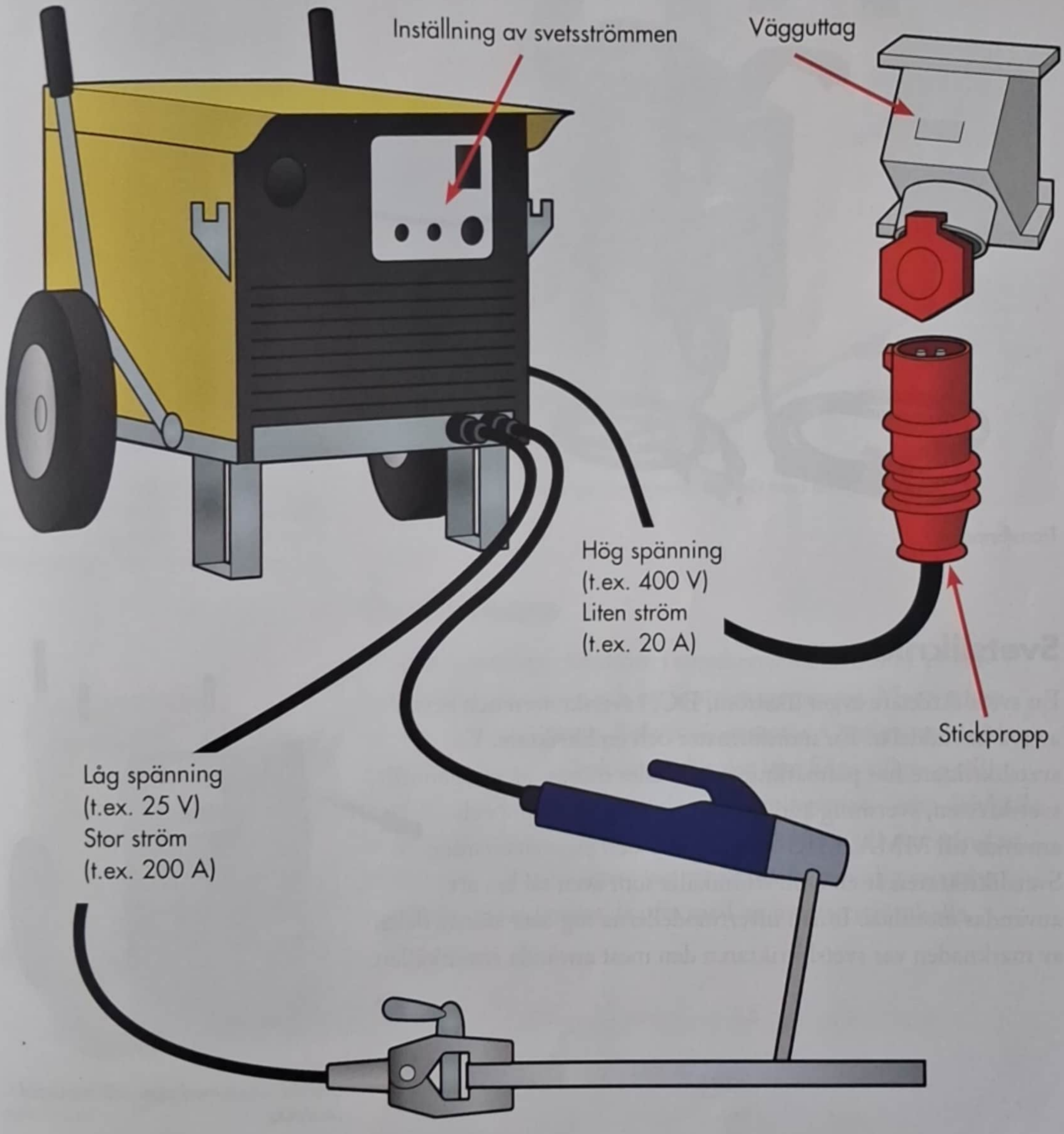
$$P = I^2 \times R$$

P är effekten, I är strömmen och U är spänningen.

Skannat med CamScanner

Svetsströmkällor

Svetsströmkällor benämns vanligen strömkällor. Ett annat namn som används vardagligt är svetsmaskin eller svets. Benämningen svets kan naturligtvis missförstås om det inte är helt givet av sammanhanget att det är en svetsströmkälla som menas. Strömkällors huvudsakliga uppgift är att sänka distributionsnätets höga spänning till svetsbar spänning samtidigt som en stor ström ska kunna tas ut. Det finns flera typer typer av strömkällor och de kan vara av olika kvalitet. Det finns allt från hobbymaskiner till industrimaskiner.



Skannat med CamScanner

Svetstransformator

Svetstransformatorn avger växelström, AC, i svetskretsen. Det är den enklaste strömkällan som i princip består av en transformator där nätets spänning transformeras ned till svetsbar spänning. Det finns svetstransformatorer som är avsedda för 240 V enfas och svetstransformatorer avsedda för 400 V trefas. Dessa svetsströmkällor används för svetsning av MMA. Speciella belagda elektroder måste användas (rutila eller sura elektrodhöljen). Dessa är lätta att tända även för mindre svetstransformatorer med låg tomgångsspänning. Exempel på en sådan elektrod är ESAB OK 43.32. Kännetecknande för en svetstransformator är att dess uttag för svetsledare och återledare inte har plus eller minus märkt på polerna eftersom dessa strömkällor avger växelström.

Transformator.

Svetslikriktare

En svetslikriktare avger likström, DC, i svetskretsen och består av två huvuddelar. En transformator och en likriktare. En svetslikriktare har polmärkning, plus eller minus, på uttagen till svetskretsen, svetsning kan ske på plus eller minuspol och används till MMA, MIG/MAG, TIG och plasmasvetsning. Svetslikriktaren är en oöm strömkälla som även tål bra att användas utomhus. Innan invertmodellerna tog över största delen av marknaden var svetslikriktaren den mest använda strömkällan.

Svetslikriktare med plus- och minuspol utmärkta.

Skannat med CamScanner

Omriktare/Inverter

Det finns två huvudtyper av omriktar/inverter strömkällor: de som avger likström i svetskretsen och de som kan avge både likström alternativt växelström i svetskretsen. I strömkällorna sker transformering av nätets spänning vid en mycket högre frekvens än nätets 50 Hz. Det gör att tranformatordelen kan hållas liten och lätt samtidigt som regleringen av ström och spänning i svetskretsen kan ske mycket snabbt. Förinställda data kan enkelt programmeras på många av maskinerna. Det är idag den vanligast förekommande strömkällan och den används till MMA, MIG/MAG, TIG och plasma.

Strömkälla för invertersvets. Dessa strömkällor används också för applicationer där hög svetsström används kontinuerligt, t.ex. robotsvetsning.

En strömkälla av invertertyp kombinerar låg vikt med bra prestanda och svetsegenskaper.

Omformare

Omformaren avger likström i svetskretsen och består av två huvuddelar: en motor och en likströmsgenerator. Motorn kan vara en elmotor eller en förbränningsmotor. Omformare är idag ovanliga och används nu mest där det inte finns tillgång till elektrisk ström och då används förbränningsmotor som drivkälla för generatordelen. Dessa strömkällor används till svetsning av MMA och TIG. Tidigare var omformare en vanlig men dyr strömkälla, idag ersätts de ofta med en inverterströmkälla.

Svetsomformare ger en stabil och jämn svetsström.

Skannat med CamScanner

Svetskretsen – anslutning av svetsledare och återledare

På svetsströmkällor finns minst två uttag där svets och återledare ska anslutas. Enklast är det på svetstransformatorer. Eftersom de avger växelström spelar det ingen roll i vilket uttag svetsledaren ansluts. För övriga strömkällor anges vad som är pluspol och vad som är minuspol. Vilken polaritet som ska anslutas till svetsledaren respektive återledaren bestäms av svetsmetod och ibland av vilket tillsatsmaterial som ska användas. På förpackningen för tillsatsmaterialet anges om pluspol eller minuspol ska användas för svetsledaren. Det är därför viktigt att läsa på förpackningen vad som rekommenderas. På vissa strömkällor finns polkopplare så att polaritet kan ändras direkt på strömkällan utan att kablarna behöver flyttas på svetsuttagen.

Pluspol med slangan-slutning

Minuspol för återledare

Pluspol

Minuspol

Anslutning för microbrytare för TIG-brännaren

Minuspol med slanganslutning

Pluspol för återledare

MIG/MAG: svetsledaren är alltid ansluten till pluspol, utom för vissa speciella (och ovanliga) typer av rörelektroder där man rekommenderar svetsning på minuspol. MIG/MAG svetsas alltid med likström.

MMA: svetsledaren är oftast ansluten till pluspol men vissa elektroder ska svetsas på minuspol. En del elektroder som svetsas på pluspol i vanliga fall ska ibland svetsas på minuspol (t.ex. svetsning av rotsträngar i V-fog). Vid svetsning med växelström som ibland används för rutila och sura elektrodhöljen, behöver inte svetsledaren flyttas.

TIG (och plasma): svetsledaren är alltid ansluten till minuspol. Vid svetsning med växelström som används för aluminium och lättmetaller behöver inte svetsledaren flyttas.

Skannat med CamScanner

På strömkällor är vanligen alla elektriska reglage samlade överskådligt på samma ställe. Längst upp till vänster ser displayen där inställd svetsström visas. Under displayen finns reglaget för steglös inställning av svetsström.

Inställning av svetsparametrar – svetsström och svetsspänning

På moderna strömkällor visas inställd svetsström och svetsspänning på en display på strömkällan. På enklare strömkällor och på många äldre strömkällor finns det bara en ratt för steglös inställning av svetsströmmen. Vissa strömkällor har endast stegvis inställning av ström och/eller spänning. Även strömkällor med enklare inställningsmöjligheter av ström och spänningsparametrar kan svetsa mycket bra med rätt inställning.

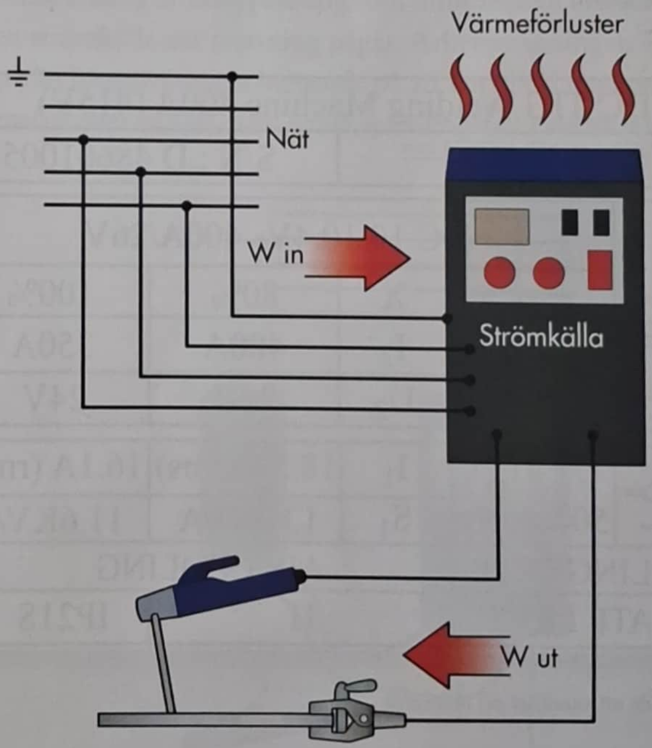
Fjärrinställningsdon

Inställning av svetström kan göras med ett fjärreglage vid svetsplatsen, vilket kan spara mycket tid.

Strömkällors värmeförluster och verkningsgrad

Med en strömkällas verkningsgrad menas hur mycket av den tillförda energin som kommer till ljusbågen och gör nytta i svetsprocessen. De förluster som uppstår är värmeförluster i lindningar, kablar, anslutningar, kretskort m.m. Verkningsgraden är därför alltid under 1. Ju högre ström som används och ju längre tid en strömkälla belastas, desto varmare blir strömkällan. Blir strömkällan för varm utlöses dess säkringar.

Displayen visar att inställd svetsström är 150 Ampere. Till höger om displayen finns en omkopplare för om displayen ska visa svetsström i ampere alternativt svetsspänning i volt.



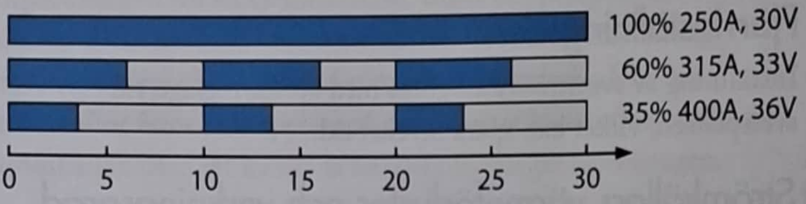
Värmeförluster i en strömkälla.

Fjärrinställningsdon gör att svetsparametrar kan ändras vid svetsplatsen på avstånd från strömkällan, utan att avbryta svetsprocessen.

Skannat med CamScanner

Intermittensfaktor

Intermittensfaktorn anger hur länge, under en 10 minuters-period, som strömkällan kan belastas med en viss ström utan att strömkällan överbelastas. En strömkälla för hobbybruk har oftast lägre intermittensfaktor än en strömkälla som ska användas för industriellt bruk. En strömkälla som används för mekaniserad svetsning eller för robotsvetsning bör klara angiven önskad strömstyrka vid 100 % intermittens.



■ Tillåten bågtid

□ Nödvändig vilotid

Exempel på tillåten bågtid och nödvändig vilotid vid olika belastning på en strömkälla.

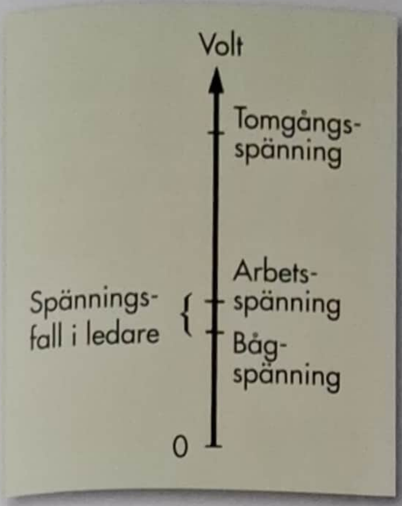
Strömkällans märkplåt

På strömkällans märkplåt finns viktig information bl.a. om anslutning till nätet.

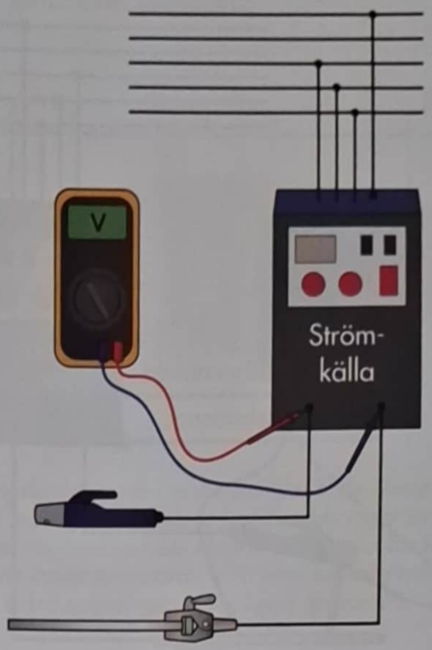
DC TIG Welding Machine 400A (415V)				
3~		S/N : D 48601005		
	DC 10/10.4V~400A/26V			
	= = =	X	80%	100%
	67VCD	I_2	400A	350A
		U_2	26V	24V
3~	U1 415V	I_1	18.5A (rms)	16.1A (rms)
	50&60Hz	S_1	13.3KVA	11.6KVA
COOLING TYPE		AIR COOLING		
ISOLATE LEVEL		H		IP21S

Bilden visar ett exempel på märkplåt.

Tomgångsspänning



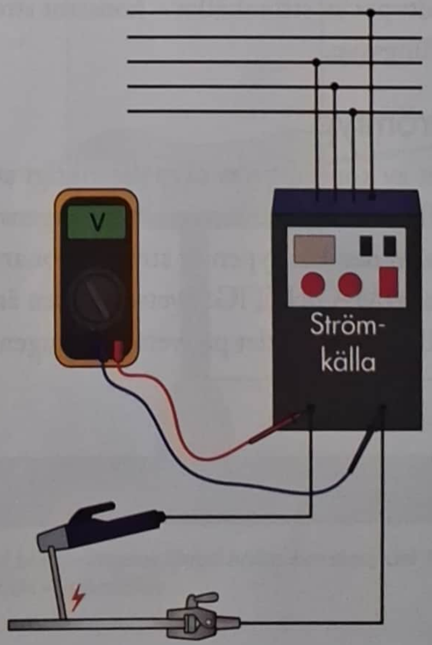
Tomgångsspänning är den spänning som finns mellan svetsuttagen på en strömkälla som är startad, men där ljusbågen inte är tänd. Det pågår alltså ingen svetsning, strömkällan går på tomgång.



Tomgångsspänning är den spänning som strömkällan ger när den är obelastad.

Arbetsspänning

Arbetsspänning är den spänning som finns mellan svetsuttagen på en strömkälla när svetsning pågår. Arbetsspänningen är alltid högre än bågspänningen beroende på att det alltid uppkommer värmeförluster och därmed också spänningsfall i svetskretsen.

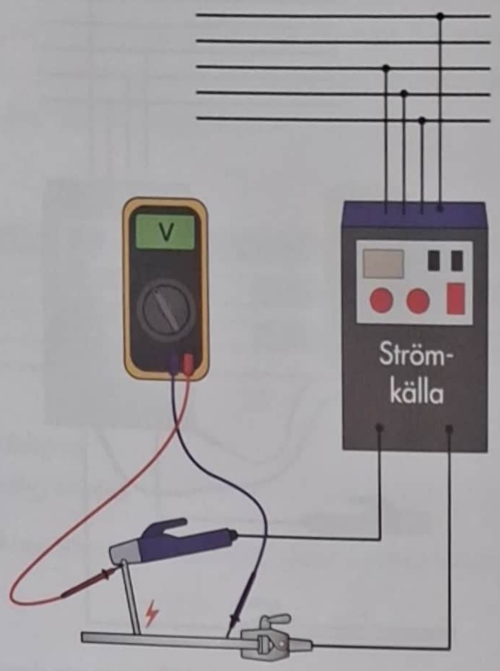


Arbetsspänning är spänningen över strömkällans svetsuttag vid svetsning.

Skannat med CamScanner

Bågspänning

Bågspänningen är spänningen som mäts över ljusbågen. Bågspänningen är alltid lägre än tomgångsspänningen och arbetsspänningen.



Bågspänning är spänningen över ljusbågen.

Strömkällas statiska karakteristik

En strömkällas statiska karakteristik är sambandet mellan ström och spänning när ett variabelt motstånd kopplas till svetsuttagen. Kurvan går från punkten för tomgång till kortslutning. Sambandet ritas upp i ett diagram. Det framkommer då att det finns två huvudtyper av strömkällor – konstant strömtyp och konstant spänningstyp.

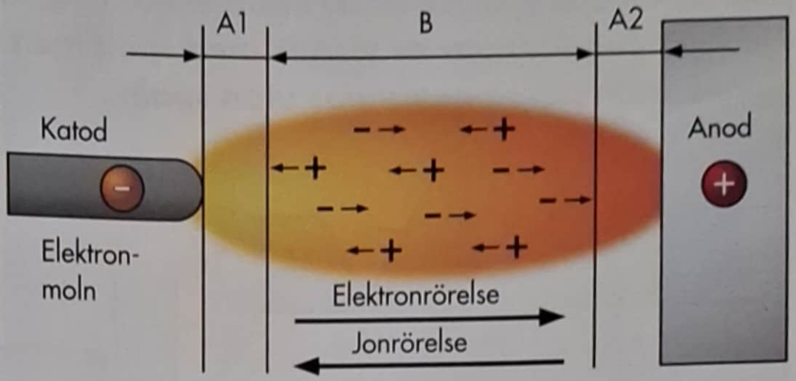
Konstant strömtyp

För strömkällor av konstant strömtyp det viktigt att inställt strömvärde hålls nära konstant även om ljusbågens längd ändras. Det är därför som den här typen av strömkällor används för svetsmetoderna MMA och TIG. Svetströmmen ändras bara lite eller inte alls medan värdet på svetsspänningen kan variera mycket.

Skannat med CamScanner

Ljusbågens längd vid MMA och TIG

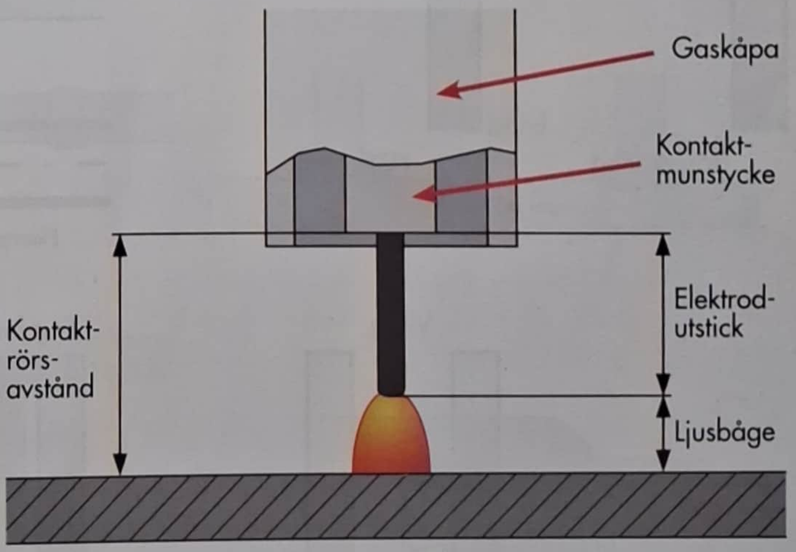
Lång ljusbåge ger högre spänning. Kort ljusbåge ger lägre spänning. Det beror på att spänningen vid en längre ljusbåge ska överbrygga en längre sträcka, vilket gör att det behövs mer spänning för att hålla kvar ljusbågen.



Bilden visar spänningsfördelningen i ljusbågen. Det bilden visar är att spänningen över ljusbågen vid kortare ljusbåge blir lägre samt att bågspänningen ökar när ljusbågen blir längre. Strömkällor för MMA och TIG är konstruerade så att inställt strömvärde hålls nära konstant medan ljusbågens längd (och därmed också spänningen i ljusbågen) får variera.

Konstant spänningstyp

För strömkällor av konstant spänningstyp är det viktigt att inställt spänningsvärde hålls nära konstant även om svetsströmmen skulle ändras. Det är därför som den här typen av strömkällor används för svetsmetoderna MIG och MAG.

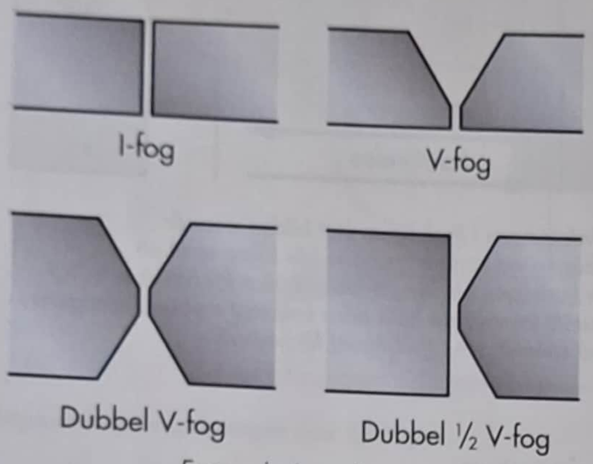


Oavsett utstickslängd bör ljusbågens längd hållas konstant, det är en viktig egenskap för MIG/MAG–strömkällor.

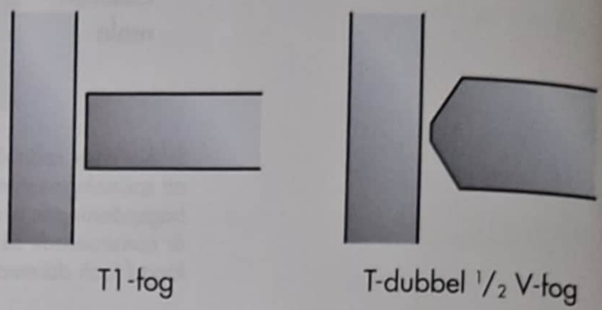
Skannat med CamScanner

Fogar

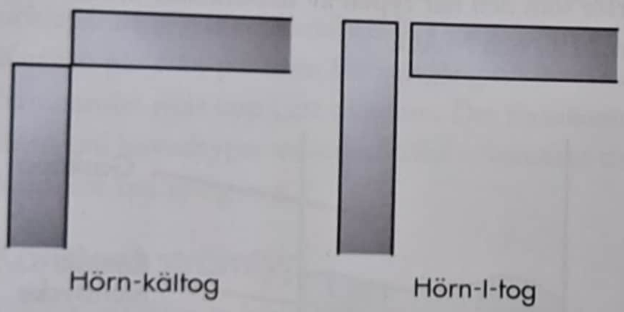
Med svetsfog menas ett ställe mellan två eller flera delar i ett arbetsstycke där man ska svetsa. När det gäller själva fogens utformning finns det mycket att välja på. Arbetstycken kan beroende på applikation ha en spalt, d.v.s ett avstånd mellan sig alternativt utan spalt. Nedanstående fogar är visade med spalt men kan beroende på applikation också användas utan spalt.



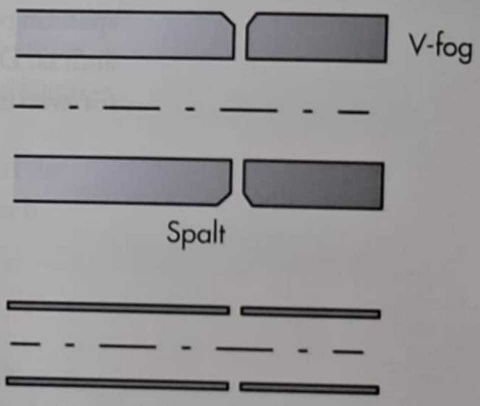
Exempel på stumfogar.



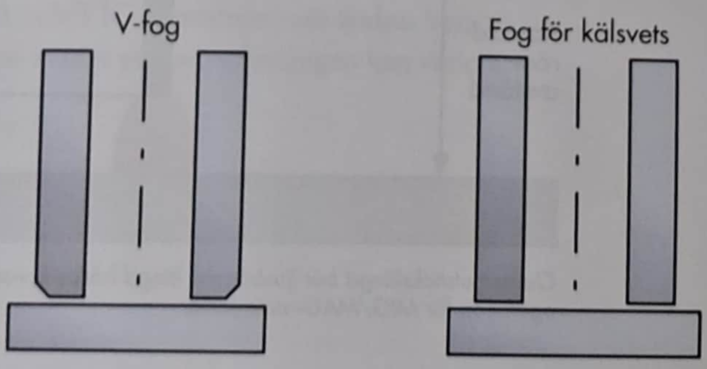
Exempel på T-fogar.



Exempel på hörnfogar.



Exempel på stumfogar i rör.



Exempel på fogar för rör mot plåt.

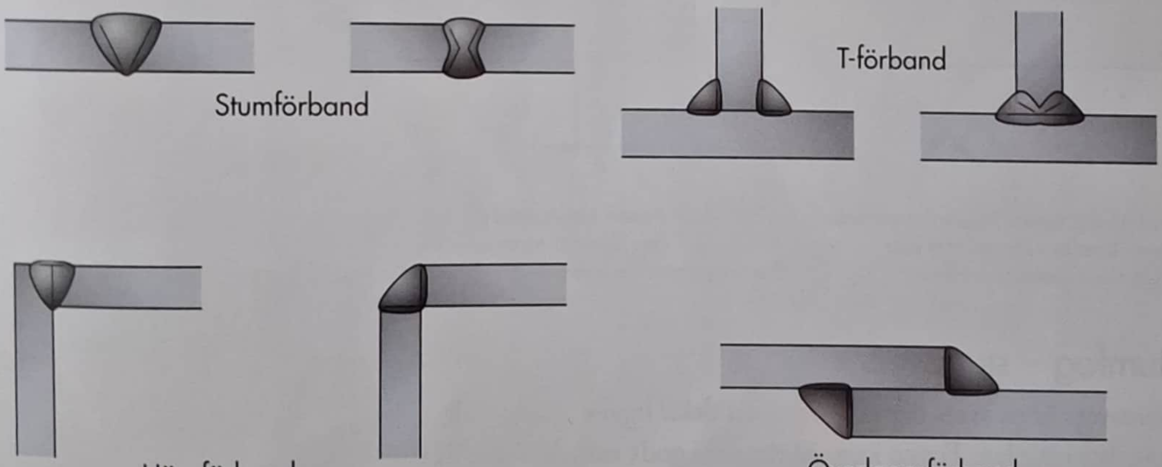
Skannat med CamScanner

Fogar

När man svetsar ihop detaljer svetsar man alltid i en fog. När svetsningen är klar har man istället en svets. Detaljerna hålls nu ihop av ett svetsförband.

Svetsning av fog med gassvetsning. Motsvetsmetoden används.

Det finns många olika typer av svetsförband. Bilderna nedan visar huvudtyperna. Vanligt inom byggindustri är T-förband, överlappsförband och även hörnförband. För tryckkärl och tryckbärande rör är stumförband vanliga.

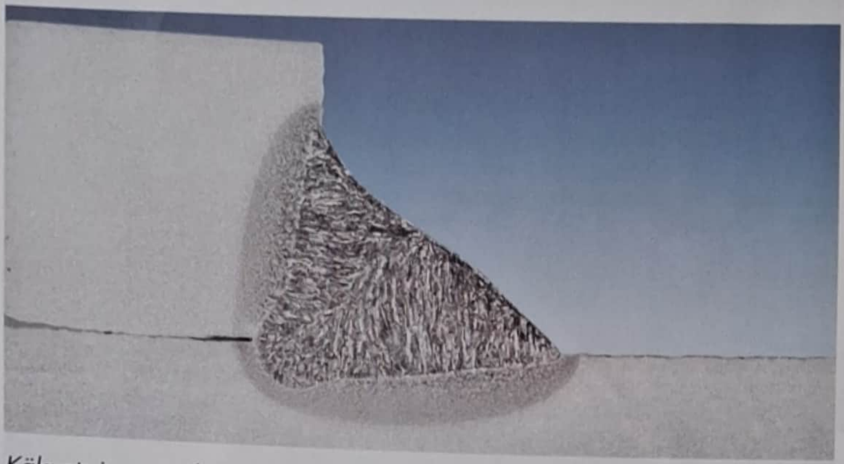


Olika svetsförband.

Skannat med CamScanner

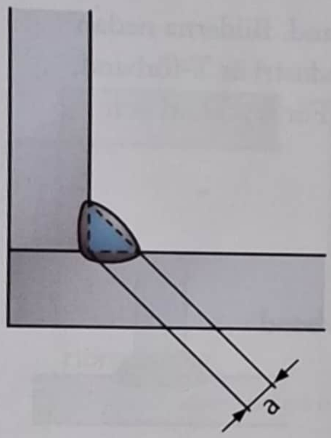
Fog och svets

En fog i en vinkel mellan två delar av ett arbetsstycke kallas för kälfog. Efter svetsning har kälfogen blivit en kälsvets. Beroende på krav i ritningsunderlag och WPS kan hörnförband och T-förband ibland vara genomsvetsade till rotsidan.

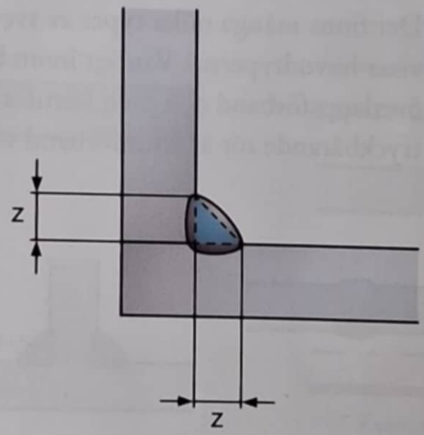


Kälsvets i genomskärning.

Kälsvetsens storlek kan anges på två sätt, med a-mått eller z-mått. Ett a-mått är den inskrivna liksidiga triangeln som ryms i kälsvetsen. All annan svets som tillförs är onödig.



Med a-mått menas höjden i millimeter i den likbenta triangel som kan inrymmas i svetsens tvärsnitt.



Med z-mått menas katetmåttet i millimeter i den likbenta triangel som kan inrymmas i svetsen.

Stumfog – stumsvets

Stumsvets är en svets där arbetsstycket delar ligger i huvudsakligen samma plan. Fogen kan vid tunnare gods vara ofasade, dvs. med raka plåtkanter eller fasade, t.ex en V-fog. Då det är ett extra arbetsmoment att fasa av plåtkanter används vanligen raka ofasade plåtkanter där det är praktiskt möjligt för svetsprocessen.

Stumsvets i genomskärning.

Skannat med CamScanner

Svetslägen

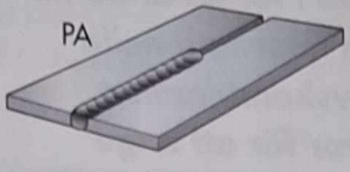
Med svetsläge menas hur svetsfogen är orienterad i förhållande till horisontal- och vertikalplanet. Den nationella och internationella standarden SS-EN ISO 6947 använder en bokstavskombination alternativt en kombination av bokstäver och siffror för att ange svetsläget. Notera att PF alltid är stigande svetsning och att PG alltid är fallande svetsning.

En svetsad detalj kan ofta innehålla ett flertal fogtyper och svetslägen.

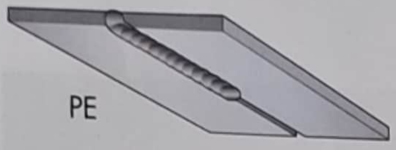
Skannat med CamScanner

Svetslägen för stumsvetsar i plåt

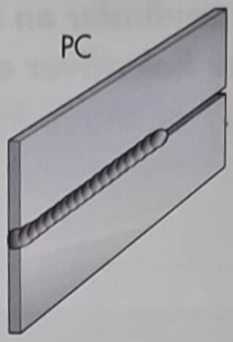
För plåt finns det fyra grundlägen.



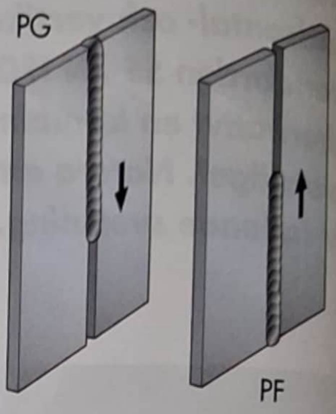
Stumsvets, horisontalt.



Stumsvets, underupp.

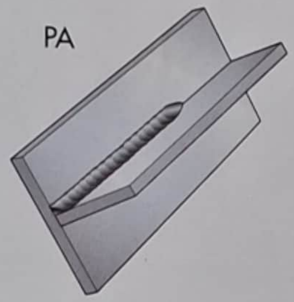


Stumsvets, liggande vertikalt.

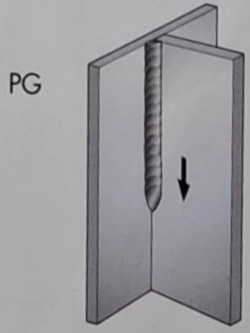


Stumsvets, stående vertikalt, svetsning nedåt/uppåt.

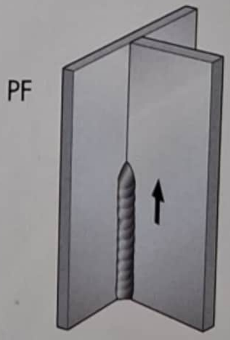
Svetslägen för kälsvetsar i plåt



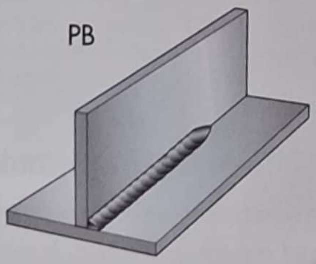
Kälsvets, liggande horisontalt.



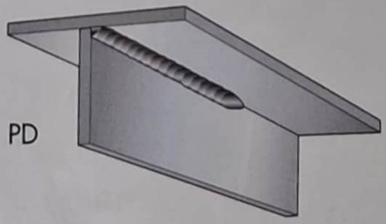
Kälsvets, stående vertikalt, svetsning nedåt.



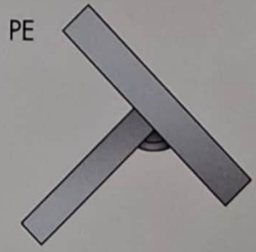
Kälsvets, stående vertikalt, svetsning uppåt.



Kälsvets, stående horisontalt.



Kälsvets underupp. Observera att svetselektrodens vinkel är här avsedd att vara ca 45 grader.

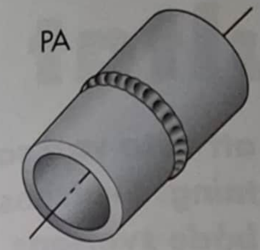


Kälsvets i plåt.

Skannat med CamScanner

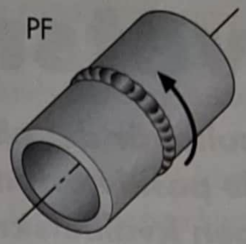
Svetslägen för stumsvetsar i rör

PA



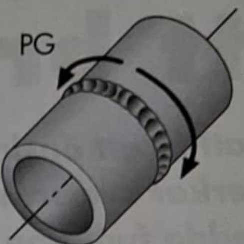
Horisontalt vridbart rör.

PF



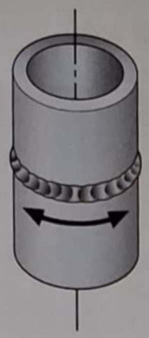
Horisontalt inspännt rör, svetsning uppåt.

PG



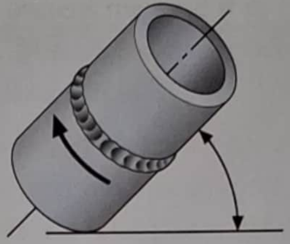
Horisontalt inspännt rör, svetsning nedåt.

PC



Vertikalt inspännt rör,svetsning liggande vertikalt.

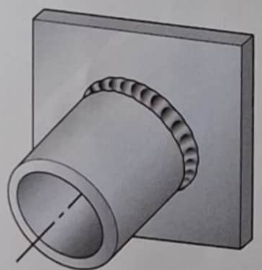
H-L045



Inspännt rör som lutar 45°, svetsning uppåt.

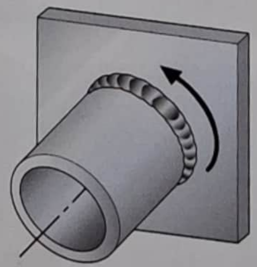
Svetslägen för kälsvetsar i rör

PB



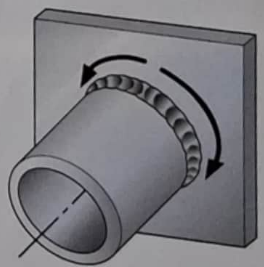
Horisontalt vridbart rör, svetsning liggande vertikalt.

PF



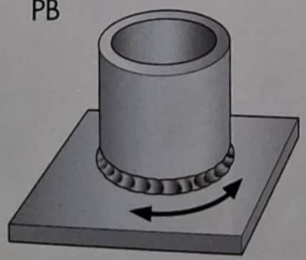
Horisontalt inspänt rör, svetsning uppåt.

PG



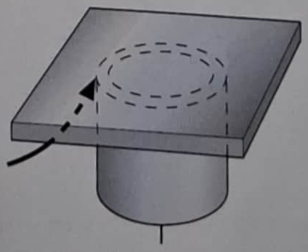
Horisontalt inspännt rör, svetsning nedåt.

PB



Vertikalt inspännt rör, svetsning liggande vertikalt.

PD



Vertikalt inspännt rör, svetsning underupp. Observera att svetselektrodens vinkel är här avsedd att vara ca 45 grader.

Skannat med CamScanner

Förutsättningar för ett bra svetsresultat

För att få ett önskat svetsresultat är det nödvändigt att veta vad som påverkar svetsresultat i både positiv och negativ riktning. Svetsens avsedda funktion styr vanligen kvalitetskraven där både svetsens utseende och svetsens mekaniska hållfasthet kan vara viktiga. I det här kapitlet får du veta mer om vad som är viktigt att tänka på för att uppnå önskat svetsresultat.

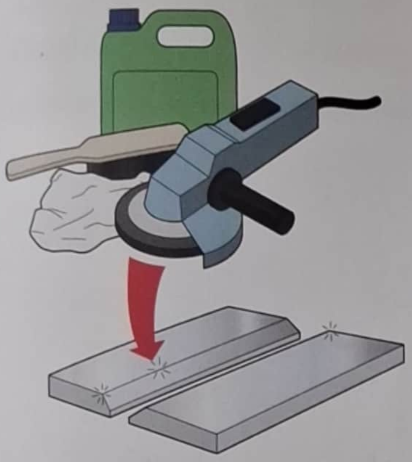
Skannat med CamScanner

Förutsättningar för ett gott svetsresultat

För att få ett bra svetsresultat är det viktigt att:

- följa givna svetsparametrar
- använda korrekt tillsatsmaterial
- använda korrekt grundmaterial
- svetsfogen är ren
- svetsaren har tillräcklig kompetens
- den färdiga svetsen kontrolleras

Exempel på svetsparametrar är t.ex inställd svetsström, svetshastighet och tillsatsmaterial. Längre fram i boken kommer vi att titta på dessa svetsparametrar och hur de brukar anges.



Med korrekt tillsatsmaterial menas att tillsatsmaterialet är felfritt och att det stämmer överens med vad som specificerats för den aktuella svetsen. Mekaniska skador och fukt och rost kan uppkomma på ett tillsatsmaterial.

Med korrekt grundmaterial menas att det är fritt från skador och stämmer överens med vad som specificerats. Skador kan vara sprickor eller att materialet/plåten innehåller någon typ av föroreningar som kan skada den färdiga svetsen.

Svetsfogen måste vara metalliskt ren för att man ska få ett fullgott resultat. Rost, fukt, färgflagor, olja m.m. ger defekter i den färdiga svetsen. Vilka defekter som kan uppstå i en svets kommer vi att titta närmare på i ett senare avsnitt i boken.

Tillräcklig kompetens hos svetsaren eller svetsoperatören är nödvändig för att få en fullgod svets. Med kompetens menas både den praktiska skickligheten för den aktuella svetsmetoden, grundmaterialet och svetsläget och naturligtvis också den erfarenhet och teoretiska kunskap som krävs för att veta vilka svetskrav som gäller.

Kontroll av den färdiga svetsen utförs i första hand genom en visuell kontroll av den som utfört svetsningen. Vid högre krav på svetsen kan det också krävas att en utbildad kontrollant anlitas. För svetsförband inom industriell verksamhet används standarden SS-EN ISO 5817 för bestämning av svetsförbands kvalitetnivå. Dessa kvalitetsnivåer kallas ofta för svetsklasser.

Skannat med CamScanner

Val av metod för svetsning och lödning

Vid nytillverkning av produkter där svetsning och lödning ingår är vanligen svets- eller lödprocessen noggrant specificerad. Ett skäl till det är Produkt- och ansvarslagen där tillverkaren enligt lag är ansvarig för produkten som de tillverkat. Ett annat skäl är att svets- och lödprocesser i kvalitetssystem är "speciella processer" som måste styras för att uppnå avsett resultat. Ett ytterligare skäl är att det idag finns en mängd produktstandarder som kräver specifikation/styrning av svetsprocessen. Vid industriell tillverkning är det relativt enkelt för den person som ska svetsa eller löda att få reda på vad som gäller för ett speciellt arbete. Vid reparationsarbeten, hobbyarbeten eller vid svetsning på okända material kan det vara svårare att ta reda på hur svetsningen eller lödningen ska utföras. Materialanalyser kan utföras på alla metalliska material.

Bärande element/delar och inte bärande element/delar

Vid svetsning är det mycket viktigt att skilja på bärande delar och icke bärande delar. Med bärande delar menas balkar som bär upp ett hus eller hjulupphängning på t.ex. en bil eller en motorcykel. Icke bärande delar är övriga delar som, om de brister inte raserar en byggnad eller orsakar en olycka. Vid svetsning av bärande element ska p.g.a olycksrisken svetsningen ske på ett korrekt sätt och av en person med rätt kompetens. Olika lagar och standarder reglerar svetsning av bärande element.

Vid svetsning av bärande element är det viktigt att svetsningen sker enligt den ansvarige konstruktörens anvisningar som vanligen är enligt internationella svetsstandarder. Bilden visar en brosektion av Öresundsbron mellan Sverige och Danmark.

Allmänna råd för val av svetsmetod

Den manuella svetsmetod som är vanligast idag är MIG/MAG. En annan metod som fortfarande används i stor utsträckning är svetsning med belagda elektroder, dvs MMA. TIG–svetsmetoden är en metod med hög kvalitet och används oftast där kraven på kvalitet är högre än kraven på att svetsningen ska ske med hög produktivitet.

Skannat med CamScanner

Grundtabell för val av svetsmetod med avseende på material som ska svetsas

Tabellen visar enbart förstahandsval. Det går att med olika tillvägagångssätt/teknik också att använda de flesta av svetsmetoderna till de flesta material. När det gäller lödning är alla av nedanstående material lämpliga att löda.

Svetsmetod	Olegerat stål	Låglegerat stål	Rostfria stål	Aluminium
MIG	Ej lämplig	Ej lämplig	Används	Utmärkt
MAG	Utmärkt	Utmärkt	Utmärkt	Ej lämplig
MMA	Utmärkt	Utmärkt	Utmärkt	Används
TIG	Utmärkt	Utmärkt	Utmärkt	Utmärkt
Gassvetsning	Utmärkt	Används	Ej lämplig	Används

Enkla olegerade stål

Sker svetsningen på enkla olegerade stål är nästan alltid rådet att svetsa med MAG. Metoden kan användas för både tunnare och tjockare gods. Tunn bilplåt svetsas med MAG och samma metod används också för svetsning av byggnadsbalkar och fartygsskrov. Värt att notera är att det är MAG som används till bilplåt och inte MIG.

MMA, svetsning med belagda elektroder, är också en utmärkt metod för att svetsa olika typer av stål. MMA är inte lämplig för att svetsa bilplåt. Den undre godstjocklekens intervall kan vara ca. 1.5–3 mm beroende på kvalitetskrav och skickligheten hos svetsaren.

TIG-svetsning är en metod som användas för stål där kraven på kvalitet är hög. TIG-svetsning är en relativt långsam metod som vanligen kräver stor yrkesskicklighet. TIG kan användas på både mycket tunna och på grövre godstjocklekar.

Gassvetsning av på enkla olegerade stål sker idag inom VVS och fjärrvärme. Gassvetsning är mindre känslig för föroreningar i smältbadet än andra svetsmetoder. Det innebär att gassvetsning är lämpligt för reparationssvetsning. En nackdel med gassvetsning är den höga värmetillförseln som kan deformera arbetsstycket och även försämra dess hållfasthet.

Lödning av stål används mest för rördelar och mindre special-detaljer. Idag kan det nog anses mindre vanligt för större detaljer. För lödning av stål används olika typer av mässing- och silverlod.

Skannat med CamScanner

Låglegerade stål och varmhållfasta stål

För låglegerande och varmhållfasta stål kan alla de vanliga svetsmetoderna användas: MIG/MAG, MMA och TIG. Viktigt att tänka på är att dessa stål i många fall kräver att svetsningen sker vid en förhöjd arbetstemperatur samt att det efter svetsningen sker en värmebehandling av det färdiga svetsförbandet. Svetsning av dessa typer av stål kräver yrkesskicklighet och kunskap. Stålen kan lödas och vissa av dem även gassvetsas.

Rostfria stål

Rostfria stål finns i många varianter. Vissa rostfria stål är enkla att svetsa, medan andra kräver specialistkompetens. De vanliga manuella svetsmetoderna kan användas: MIG/MAG, MMA och TIG. De rostfria stål som är enklast att svetsa är de austinitiska rostfria stålen. Rostfria stål går också utmärkt att löda.

Aluminium och aluminiumlegeringar

För svetsning av aluminium och dess legeringar används MIG och TIG. MIG-metoden används mer och mer för svetsning av aluminium på bekostnad av TIG. Även MMA används, men i mindre utsträckning. Aluminium går också utmärkta att löda.

Titan och titanlegeringar

För titan och dess legeringar används TIG-svetsning. Övriga metoder används inte, förutom MIG i mindre utsträckning. Titan kan också lödas.

Val av tillsatsmaterial vid svetsning

Grundregeln för val av tillsatsmaterial vid svetsning är att tillsatsmaterialet ska vara artlikt. Med artlikt menas att tillsatsmaterialet stort sett ska i ha samma kemiska sammansättning som grundmaterialet. Reglen gäller nästan alltid, även om det finns undantag. För att kunna välja rätt tillsatsmaterial för den aktuella svetsningen måste man veta grundmaterialets beteckning eller dess kemiska analys. De flesta stora tillverkare av tillsatsmaterial har nu sina kataloger webbaserade där man kan hitta den information man behöver.

Skannat med CamScanner

Val av rätt gas vid svetsning

Svetsmetod och vilket material som ska svetsas bestämmer vilken typ av gas som ska användas. Finns det ett svetsdatablad, WPS eller annan specification ska det följas. På samma sätt som för val av tillsatsmaterial ges rekommendationer av leverantörerna. De har sina kataloger webbaserade så att det oftast är enkelt att välja rätt gas för sin svetsmetod och för det material som ska svetsas.

Grundtabell för lämplig gas

När det gäller att välja gas är det lämpligt att rådgöra med gasleverantören. Det finns svetsgaser som är utvecklade för vissa typer av material, vilket kan underlätta svetsningen betydligt.

Svetsmetod	Olegerat stål	Låglegerat stål	Rostfria stål	Aluminium
MIG	–	–	Argon	Argon
MAG	Argon/CO_2	Argon/CO_2	Argon/CO_2	–
TIG	Argon	Argon	Argon/helium	Argon/helium

Säkerhetsdatablad

Säkerhetsdatablad beskriver farligheten hos en produkt, till exempel ett tillsatsmaterial. Tillverkarna är enligt lag tvingade att tillhandahålla säkerhetsdatablad där bland annat riskerna med en produkt och den kemiska sammansättningen redovisas. Ett säkerhetsdatablad innehåller också hur risker förebyggs, hur första hjälpen går till m.m.

Skannat med CamScanner

Principen för gassvetsning

Vid gassvetsning används acetylen som brännbar gas. Acetylengasen blandas med oxygen (syrgas) i en svetsbrännare och antänds vid svetsbrännarens munstycke. Gaslågan ger en hög temperatur av ca 3 100 grader vilket räcker till för att smälta grundmaterialet. Gaslågan tränger undan den omgivande luften och innehåller dessutom reducerande gaser som skyddar smältan från att oxidera. Tillsatsmaterial i form av tråd förs in i smältan där den smälter samman med grundmaterialet. Smältbadet skyddas från luftens oxidering av svetslågans reducerande zon och av ytterflamman.

Skannat med CamScanner

Användningsområden för gassvetsning

Gassvetsning kan användas för svetsning av de flesta olegerade och även låglegerade stål. Det huvudsakliga användningsområdet idag är inom VVS och fjärrvärmeanläggningar för montagesvetsning av rör samt för reparationssvetsning. Den stora fördelen med gassvetsning är att metoden inte behöver någon elektrisk ström och lämpar sig väl att användas utomhus. En annan fördel är att genom att byta till ett skärinsats går det också bra att skära stål med samma utrustning. I de fall där ett material eller en detalj ska bockas, går det utmärkt att varmbocka med en gassvetsutrustning. Det går naturligtvis även bra att värmerikta detaljer med hjälp av värmen från gaslågan.

En gassvetsutrustning kan användas till många olika arbeten, t.ex. skära, svetsa, varmbockning, varmriktning och lödning. Här bockas en plattstång med hjälp av värme. Oxylen/acetylen-utrustning används.

Utrustning för gassvetsning

Gasflaskorna för acetylen och oxygen

Acetylenflaskan innehåller acetylen löst i aceton. Acetylen är både en brandfarlig och en explosiv gas. I blandning med luft är acetylen explosiv om inblandningen är 2-82%. Det innebär att en blandning av acetylengas och oxygen nästan alltid är explosiv. Acetylen har en karakteristisk lukt (nästan som vitlök) som är lätt att känna igen. Det är viktigt att alla kopplingar är täta och att inget läckage finns på utrustningen. Tänk på att acetylengasflaskan inte får användas när den ligger horisontellt. Om gasflaskan används liggande kan aceton strömma ut. Vinkeln mellan golvet och flaskan måste vara minst 30 grader. Oxygen är en icke brännbar gas som hjälper till att öka förbränningen och därmed temperaturen i gaslågan. Gasflaskan med oxygen kan placeras horisontellt utan att det på något sätt påverkar funktion eller är farligt.

Skannat med CamScanner

Gasregulator

Om trycket är för högt att svetsa med och måste minskas sker det i en gasregulator. Önskat tryck ställs in med justersskruv och gasregulatorn för acetylen har en utvändig gänga för anslutning till gasflaskan. Gasregulatorn för oxygen däremot har en invändig gänga. Anslutningar från acetylenregulatorn till gasbrännaren är vänstergängade. På oxygensidan är det högergänga på kopplingarna.

Bakslagsspärr

I Sverige är det lag på att det ska vara en bakslagsspärr monterad på gasregulatorn för acetylenflaskan. I Sverige är det dock inte lag på att det ska sitta en bakslagsspärr på oxygengasflaskans regulator, men det är en rekommendation att en sådan används. I praktiken används alltid en bakslagsspärr även på oxygenflaskan och flera länder (inte Sverige) har lag på att en bakslagsspärr också ska vara monterad på oxygenflaskans gasregulator.

Exempel på backslagsspärr.

Bakslagsspärr monterad på acetylengasflaska. Den är monterad mellan gasregulatorn och gasslangen.

Skannat med CamScanner

Gasflaskor monterade på gasskärra. På bilden syns också monterade gasslangar, röd för acetylen och blå för oxygen.

Gasslangar

Endast slangar märkta och godkända för gassvetsning får användas vid gassvetsning. Röda slangar för acetylen och blåa för oxygen. Ska gasslangar skarvas måste godkända skarvdon användas. Kopparrör får inte användas för skarvning av acetylenslangar, eftersom koppar reagerar med acetylen och löses upp.

Exempel på backventiler.

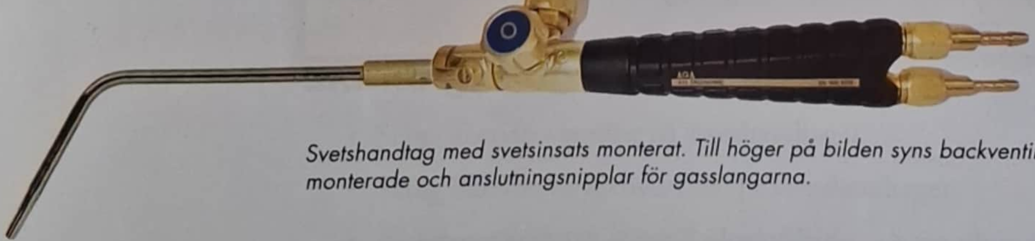
Backventiler

För ökad säkerhet monteras backventiler på svetshandtaget. De hindrar gasen att strömma bakåt i slangarna och stoppar därmed risken att oxygen och acetylen skulle blandas i slangarna.

Svetshandtag

Svetshandtaget används för att reglera blandningen av acetylen och oxygen för att få önskad blandning och önskad gaslåga. Svetshandtaget har en snabbkoppling för montering av svetsinsats eller en skärbrännare.

Låda komplett med svetshandtag och utrustning för gasskärning och svetsning.



Svetshandtag med svetsinsats monterat. Till höger på bilden syns backventiler monterade och anslutningsnipplar för gasslangarna.

Skannat med CamScanner

Svetsinsats

Svetsinsatser finns i olika storlekar. På svetsinsatsen anges oxygenförbrukning i liter per minut. Val av svetsinsats sker enligt tabell. Svetsinsatser kallas också för svetsmunstycken.

Riktvärden för svetsinsatser (svetsmunstycken)

Gasflöde oxygen l/h	Godstjocklek mm
40	0.2 – 0.5
80	0.5 – 1.0
160	1.0 – 2.0
230	2.0 – 3.0
315	2.0 – 4.0
400	3.5 – 5.0
500	4.0 – 6.0
650	5.0 – 7.0
800	7.0 – 9.0
1000	7.0 – 10.0
1250	9.0 – 14.0

Svetsinsatser anger storleken i förbrukning av oxygen i liter per timme.

Tillsatsmaterial för gassvetsning

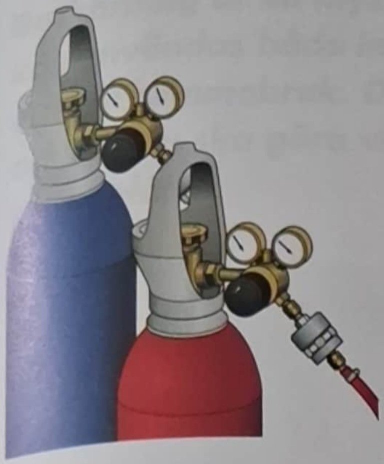
Tillsatsmaterialet som används ska vara artlikt, dvs. ha ungefär samma sammansättning som arbetstycket har. Tråd för gassvetsning har märkning. Märkningen H44 anger t.ex. hållfastheten. Gassvetstråden förpackas vanligen i 1 m-förpackningar.

Rekommendationer för tillsatsmaterial diameter och godstjocklek

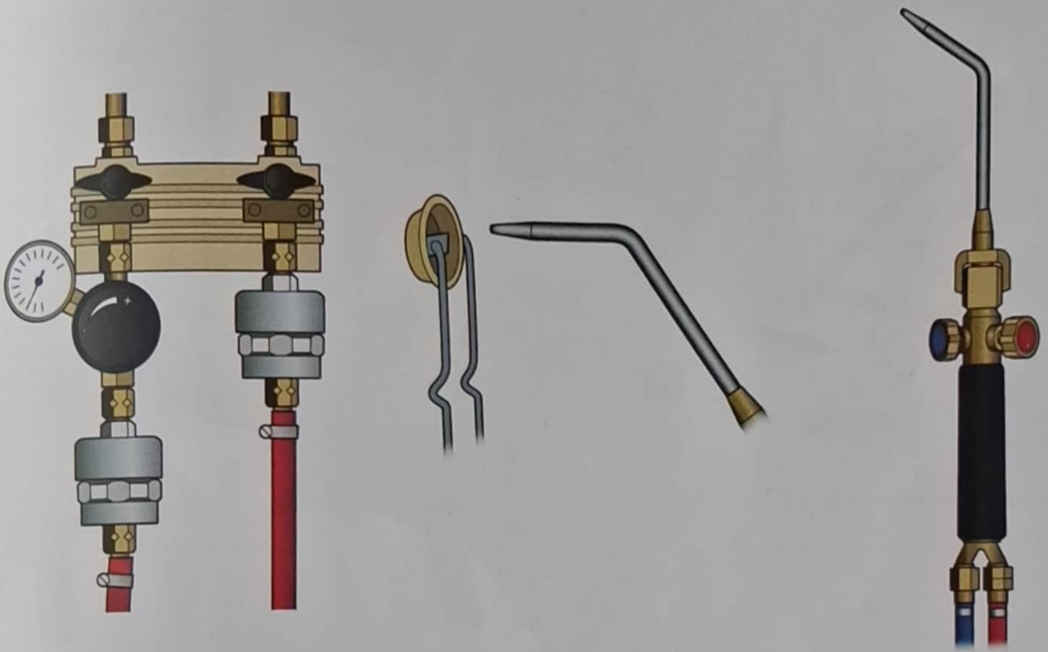
Tråddia meter mm	Godstjocklek mm
1.5	1 – 1.5
2.0	2 – 3
2.5	3 – 4
3.0	5 – 6
4.0	6 – 8
5.0	8 – 10

Skannat med CamScanner

Tändning av gaslågan



- Kontrollera att flaskventilerna är öppna och att rätt arbetstryck är inställt.
- Ventilera oxygenslangen genom att öppna oxygenventilen något varv och låt gasen strömma ut under ett par tre sekunder.
- Stryp därefter oxygenventilen så att gasen endast strömmar sakta, dvs. bara pyser ut.
- Öppna acetylenventilen ¼ - ½ varv och låt gasen strömma ut under ett par tre sekunder.
- Tänd lågan med en gaständare avsedd för gassvetsutrustning.



Svagreducerande låga.

Normal låga.

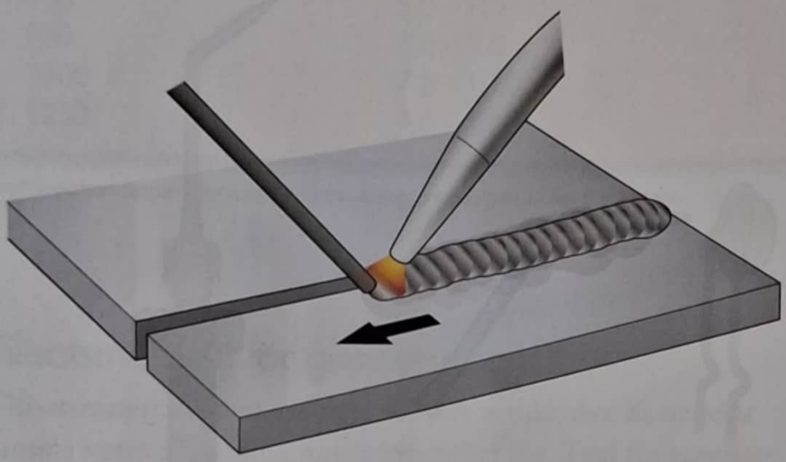
Släcka gaslågan

- Stäng acetylenventilen på svetshandtaget.
- Stäng därefter oxygenventilen på svetshandtaget.
- Är arbetet avslutat, stäng flaskventilerna och ventilera ut kvarvarande gas ur gasslangarna.

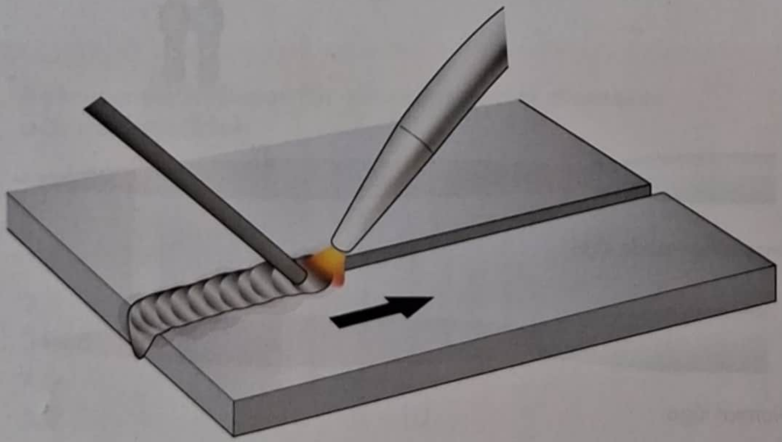
Skannat med CamScanner

Så här går gassvetsning till

Två olika metoder används vid gassvetsning: frånsvetsning och motsvetsning. Vid frånsvetsning riktas lågan från den färdiga svetsen. Vid motsvetsning riktas lågan mot den färdiga svetsen. För svetsning av stål som har upp till 3 mm godstjocklek används frånsvetsning. För svetsning av stål som har godstjocklek över 3 mm används motsvetsning. Bägge metoderna går att använda i alla svetslägen. Frånsvetsmetoden är den som oftast används vid VVS-arbeten och olika reparationer. Även hobbysvetsaren använder oftast metoden och den är lätt att lära sig. Motsvetsning används oftast av yrkessvetsare som arbetar med fjärrvärme och reparation av pannrör. För ett lyckat resultat vid svetsning med motsvetsmetoden krävs en hel del träning.



Frånsvetsning, gaslågan pekar från den färdiga svetsen.



Motsvetsning, gaslågan pekar mot den färdiga svetsen.

Vilka material kan svetsas med gassvetsmetoden?

Gassvetsning används i huvudsak för olegerade stål och även i vissa fall för låglegerade stål.

Gasskärning

Gaskärning är en mycket beprövad metod för skärning av stål och kan användas både industriellt, på bilverkstaden, hos lantbrukaren och för hemmabruk. Du får veta hur du tänder och släcker skärlågan och hur du ska göra vid start i plåtkant och även hur du startar mitt på en plåt.

Skannat med CamScanner

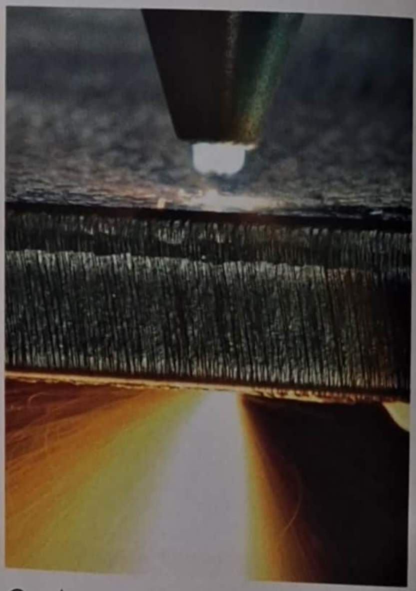
Principen för gasskärning

- Vid gasskärning värms startpunkten för skärningen upp med en värmelåga. När startpunkten är rödvarm öppnas skäroxygenet och skärningen påbörjas.
- För att ett material ska kunna vara skärbart med acetylen och oxygen måste vissa villkor vara uppfyllda.
- Materialet måste ha en antändningstemperatur som är lägre än dess smälttemperatur.
- Slaggen som bildas under skärningen måste ha en smältpunkt som är lägre än metallens smältpunkt.
- Slaggen måste vara lättflytande så att den kan blåsas bort av skärstrålen.

Villkoren innebär att endast vanliga enkla olegerade stål och låglegerade stål kan gasskäras med oxygen/acetylen-utrustning. Det gör att gjutjärn, rostfritt stål, aluminium och koppar m.m. inte kan gasskäras med den här tekniken. För dessa material används istället andra metoder, t.ex. plasmaskärning, vattenskärning eller laserskärning.

Användningsområden för gasskärning

Gasskärning är en snabb och billig metod som inom tillverkande industri ofta är automatiserad. Gasskärning används också i reparations- och hobbyverkstäder. Under 3 mm godstjocklek kan det vara svårt att få fina skärsnitt.



Gasskärning av plåt.

Utrustning för gasskärning

Vid gaskärning har man förutom skärbrännaren samma utrustning som vid gassvetsning.

Skärbrännare

Vid skärning monteras en skärbrännare i svetshandtaget. Det finns två typer av skärbrännare. Modellen med hävarm istället för justerskruv för skäroxygenet är den mest använda. På skärbrännaren finns ett utbytbart skärmunstycke som väljs enligt tabell beroende på vilken godstjocklek som ska skäras.

Röd ventil för acetylen och blå för oxygen.

Tändning och inställning av skärbrännaren

I princip tänds skärlågan på samma sätt som vid gassvetsning. Det som tillkommer är att två lågor ska ställas in, en värmelåga och en skärlåga.

Skärbrannare med justerskruv repektive hävarm för skäroxygenet.

- Gasflaskornas arbetstryck ställs först in på vanligt sätt, se gassvetsdelen.
- Öppna oxygenventilen på svetshandtaget helt.
- Öppna oxygenventilen på skärbrännaren ca ¼ – ½ varv och låt gasen strömma ut några sekunder så att oxygen-slangen ventileras.
- Öppna acetylenventilen på svetshandtaget ca ½ varv och låt gasen strömma ut några sekunder så att acetylen-slangen ventileras.
- Tänd gaslågan.
- Öppna skäroxygenet helt och justera gaslågan till "normal" låga. Använd svetshandtagets acetylenventil och skärbrännarens värmeoxygen.
- Stäng skäroxygenet.
- Skärbrännaren är klar att användas.

Länge användes som en tumregel att acetylentrycket skulle vara 1 bar och oxygentrycket 5 bar vid skärning. Vanligtvis behövs inte fullt så höga tryck. Ett vanligt grundvärde är 0.5–0.8 bar för acetylen. Oxygentrycket sätts vanligen enligt nedanstående tabell med riktvärden för en injektorbrännare.

Godstjocklek mm	Brännaas Bar	Oxygen Bar
1 – 3	0.1 – 0.8	– 1.5
3 – 8	0.1 – 0.8	1.5 – 2.0
8 – 20	0.1 – 0.8	3.0 – 4.0
20 – 50	0.1 – 0.8	4.0 – 4.5
50 – 100	0.1 – 0.8	4.5 – 6.5

Skannat med CamScanner

Släckning av skärbrännaren

I princip släcks skärlågan på samma sätt som vid gassvetsning.

- Stäng acetylenventilen på svetshandtaget.
- Stäng oxygenventilen på skärbrännaren.
- Stäng oxygenventilen på svetshandtagen.
- Är arbetet avslutat, stäng flaskventilerna.

Teknik för skärning med start i plåtkant

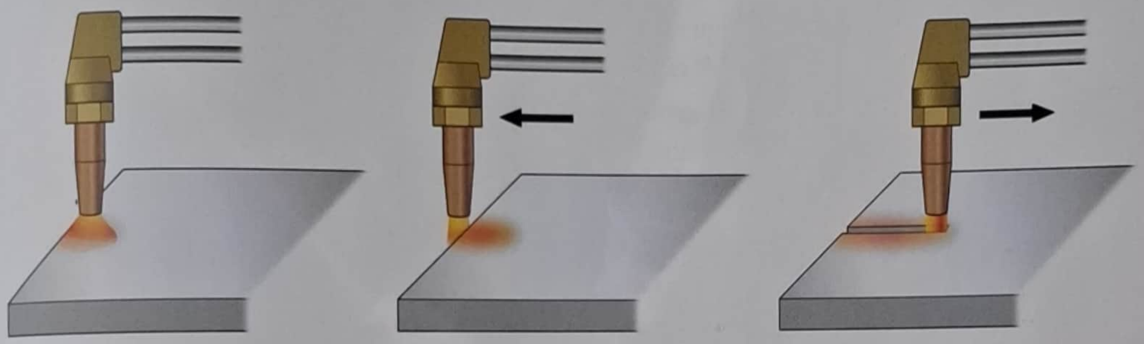
- Håll skärbrännaren så att avståndet mellan värmelågorna och plåten är ca 3–5 mm och värm plåtkanten till rödvärme.
- För brännaren utanför plåtens kant.
- Öppna ventilen för skäroxygenet.
- För brännaren in mot plåten med jämn hastighet, skärningen börjar. Tänk på att hålla jämn hastighet och samma avstånd mellan plåt och skärmmunstycket under hela skärningen.

Ett vanligt fel är att gå för fort fram, vilket medför att plåtytan blir för kall och man tappar snittet och måste starta om.

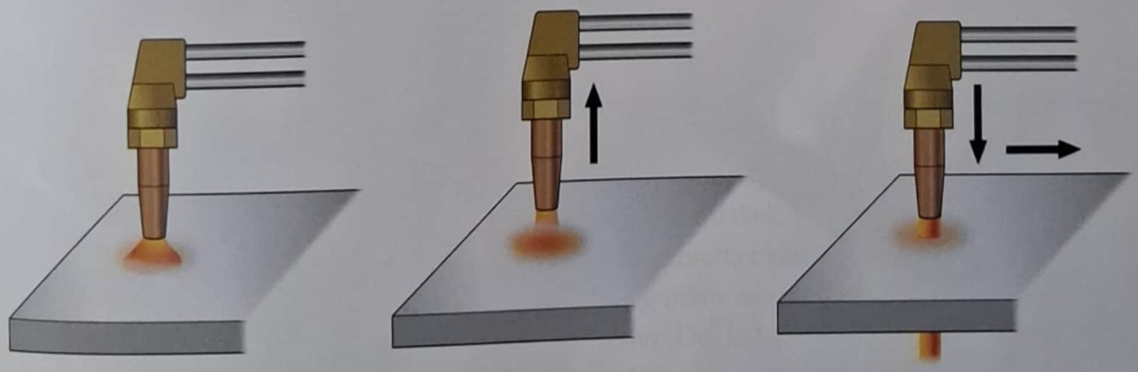
Skannat med CamScanner

Teknik för skärning med start mitt i plåt

- Håll skärbrännaren så att avståndet mellan värmelågan och plåten är ca 3–5 mm och värm plåten till rödvärme.
- Höj brännaren ca 10 mm.
- Öppna ventilen för skäroxygenet långsamt.
- Sänk brännaren till normal höjd när skärningen har kommit igång. Tänk på att hålla jämn hastighet och samma avstånd mellan plåt och skärmunstycket under hela skärningen.



Om du ska skära i tunna plåtar (mindre än 3 mm) underlättas skärningen om du lutar brännaren 45 grader i skärriktningen. Skärstrålen får då längre väg genom godset och snittet blir bättre. Skärning med gas i tunna plåtar kräver mycket övning för att resultatet ska bli bra.



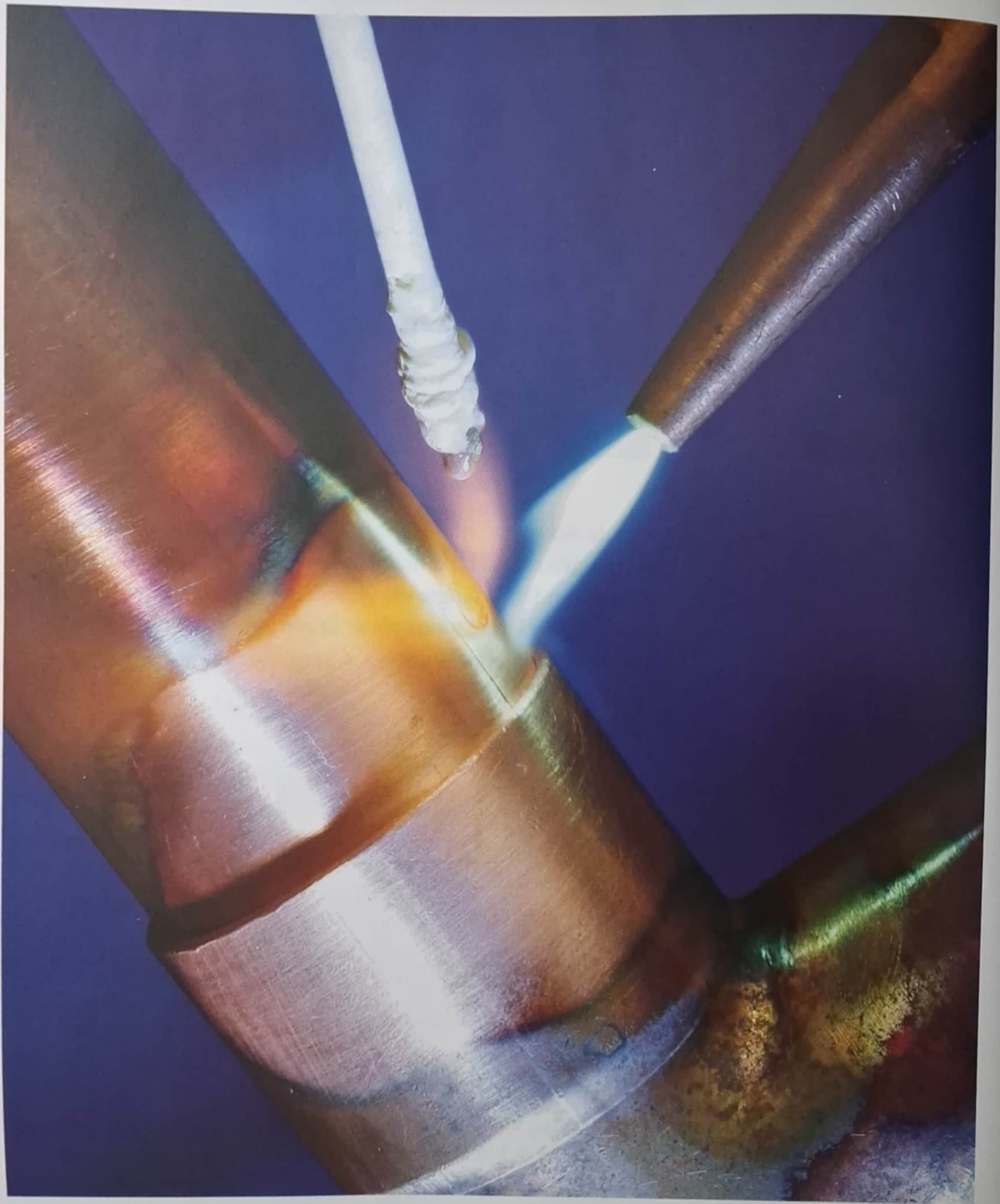
Vilka material kan gasskäras?

Gasskärning används för olegerade och låglegerade stål. Stål med kolhalt över 0.3 % är svåra att skära och det är svårt att få en fin snittyta.

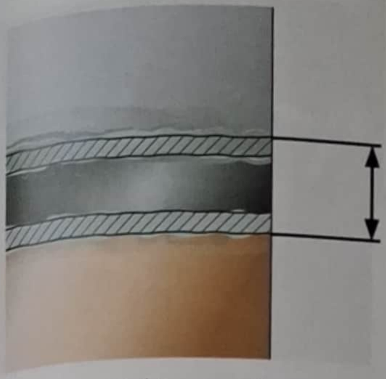
Skannat med CamScanner

Lödning

Lödning är en sammanfogningsteknik där lodet smälter men där arbetsstycket fogytor inte smälter. Du får lära dig mer om principen för lödning och när lödning är lämpligt, samt även skillnaden mellan mjuklödning och hårdlödning.



Skannat med CamScanner



Lödningens bindningszon. Koppar och stål sammanfogat med lödning.

Flussmedel för lödning.

Principen för lödning

Skillnaden mellan lödning och svetsning är att vid svetsning smälter arbetstyckets fogkanter och lödning sker sammanfogningen utan att materialets fogkanter smälter. Vid svetsning används ett tillsatsmaterial, medan det vid lödning istället används ett "lod". Lodet smälter vid lödning, men inte grundmaterialets fogkanter. Lödning innebär att ytorna som ska sammanfogas värms upp till en temperatur som är under smälttemperaturen för materialet. Denna uppvärmningstemperatur ska ligga något över lodets smälttemperatur. Eftersom arbetsstycket inte värms upp lika mycket som vid svetsning blir deformationerna mycket mindre. De ihoplödda delarna hålls samman av diffusionskrafterna i lödningens bindzon. Oxidhinnan på metallen måste tas bort med ett "flussmedel". Flussmedlet kan penslas på lödstället innan uppvärmning sker eller så används ett flussbelagt lod. När det flussbelagda lodet värms upp till lödtemperatur smälter flusset och tillförs lödstället. Alla lod och flussmedel är mer eller mindre giftiga. Inandning och hudkontakt ska undvikas.

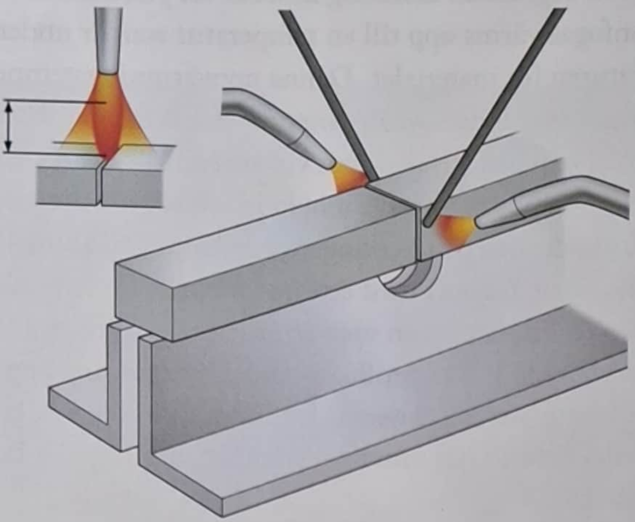
Flussmedlet fungerar endast en kort tid. Efter bara några minuter förlorar flussmedlet sin verkan och klarar inte av att lösa upp oxiderna som finns kvar på bindytorna. Tar lödningen längre tid än så, måste nytt flussmedel appliceras på lödstället. Används flussbelagda lod smälter flussmedlet kontinuerligt med lodet och lödningen kan fortgå utan avbrott. Flussmedlet tas fram för en grupp av lod, t ex för mässinglod eller silverlod. Temperaturintervallet för ett flussmedel är bredare än temperaturintervallet för lodet. Det är för att flussmedlet ska hinna ta bort alla oxider på bindytorna innan lodet smälter. Flussmedlet ska också klara att hålla bindytorna fria från oxider om temperaturen blir lite högre än temperaturområdet för lodet.

Val av lod och flussmedel

För att välja rätt lödmetod för respektive material och ändamål används en rekommendationstabell. Observera att vissa lod inte får användas där det förekommer kontakt med dricksvatten eller livsmedel. Efter lödning måste resterna av flussmedlet tas bort, eftersom det är korrosivt. Det kan borstas bort med en rostfri stålborste och vatten. Ibland kan flussresterna sitta så hårt att de måste knackas, slipas eller filas bort.

Skannat med CamScanner

- Mjuklödning: lödningen sker i en spalt, maxtemperatur 450 °C.
- Hårdlödning: lödningen sker i en spalt, minimitemperatur 450 °C.
- Svetslödning: lödningen sker i en fog, minimitemperatur 450 °C.



Lödning av fyrkantstång med gasslåga. Fyrkantstången är placerad på ett stöd för att underlätta lödningen.

Lödning av kopparrör mot T-stycke med gasslåga.

Användningsområden

En stor fördel med lödning är att olika typer av metaller kan sammanfogas med varandra, t.ex stål mot koppar. Lödning är ofta en snabb och automatiserad process. Lödning används inom allt från elektronik, kretskort och husgeråd till rörkopplingar och strömskenor för generatorer och ställverk.

Skannat med CamScanner

Lödning av kretskort med elektrisk lödkolv.

Mjuklödning

Mjuklödning används vid låga temperaturer, max 450 °C. Det vanligaste användningsområdet för mjuklödning är sammanbindning av elektroniska komponenter. Det viktigaste är då inte hållfastheten utan att lödfogen har god elektrisk ledningsförmåga. Som värmekälla används lödkolv, ugn eller gaslåga och i vissa fall induktionsvärme. För att lättare reglera temperaturen vid mjuklödning med gaslåga används gaslågans ytterflamma som har en lägre temperatur. Hållfastheten vid mjuklödning är låg. Man brukar använda överlappsfogar som är 3–8 gånger så lång som den tunnaste plåttjockleken. Normal låga används.

Metaller som är lämpliga för mjuklödning är aluminium, koppar, mässing, galvaniserad plåt, olegerat stål och rostfritt stål.

Teknik för mjuklödning med gaslåga

Rengör noggrant delarna som ska lödas med smärgelduk, stålborste eller stålull. Applicera flussmedlet på de rengjorda ytorna som ska sammanfogas. Spalten ska inte överstiga 0,2 -0,3 mm. Värm upp arbetstycket med normal låga så att området som ska lödas får en jämn temperatur något över lodets smälttemperatur. Tillsätt lod så att spalten fylls upp.

Hårdlödning

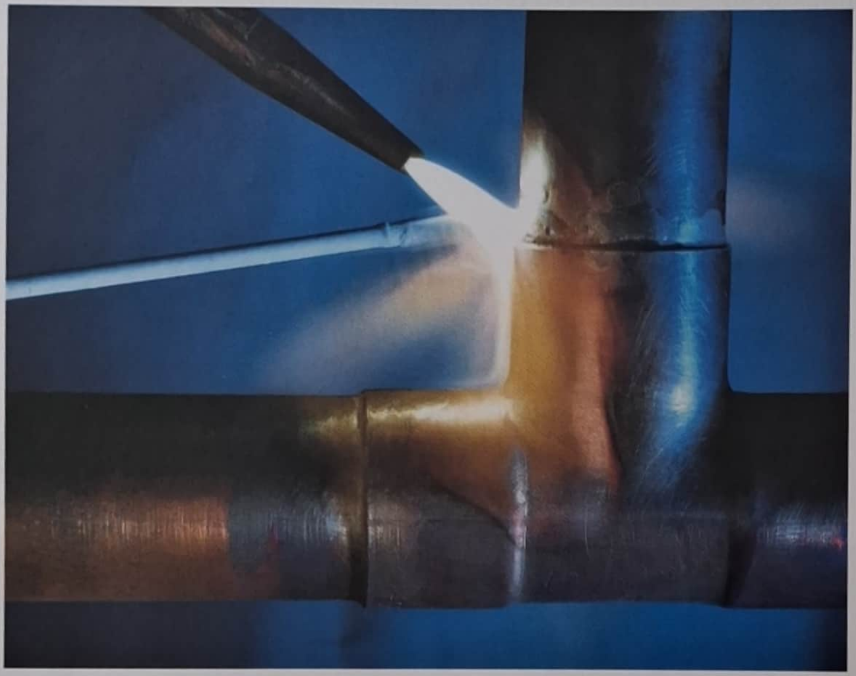
Hårdlödning används vid höga temperaturer, minst 450 °C. Användningsområdet för hårdlödning är mycket stort. Livsmedels- och fordinsindustrin använder mycket lödning i sin tillverkning. Också för hemmafixaren är hårdlödning ett säkert sätt att sammanfoga metaller. Som värmekälla används gaslåga, ugn och i vissa fall induktionsvärme. Hållfastheten vid hårdlödning är mycket högre än vid mjuklödning. Både överlappsfogar och kälfogar kan användas, i vissa fall även stumfogar. Normal eller svagreducerad låga används beroende på vilket material som ska hårdlödas.

Material som är lämpliga för mjuklödning är aluminium, koppar, mässing, olegerat stål och rostfritt stål. Vid lödning av stål med mässinglod används svag reducerad låga.

Skannat med CamScanner

Teknik för hårdlödning med gaslåga

Rengör noggrant delarna som ska lödas med smärgelduk, stålborste eller stålull. Applicera flussmedlet på de rengjorda ytorna som ska sammanfogas. Spalten ska inte överstiga 0,2 mm. Används ett mässinglod kan spalten vara större, ca 0,5 mm. Värm upp arbetstycket med normal låga, så att området som ska lödas får en jämn temperatur något över lodets smälttemperatur. När flussmedlet börjar smälta och flyta ut är rätt temperatur uppnådd.



Lodet påförs lödstället när lödstället uppnått rätt temperatur. Här används en typ av silverlod och då används hårdlödning. Koppar kan även lödas med mjuklödning.

Svetslödning

Svetslödning är en metod som är mycket lik gassvetsning. Frånsvetsning används, dvs. den metod då gaslågan ska vara riktad från den färdiga lödskarven. Vid svetslödning smälts inte fogens kanter och ett flussmedel måste användas. Flussmedel kan appliceras med pensel på fogen som ska lödas, men det är vanligare att flussbelagda lod används. Mässinglod används och de material som brukar svetslödas är gjutjärn och stål. Fogarna kan både vara kälfogar och stumfogar. För god förbindning är det viktigt att plåtkanterna är avrundade.

Skannat med CamScanner

Korrosionsrisk

För fogar som sammanfogats med lödning finns det en korrosionsrisk. Kvarblivna flussrester vid lödstället är nästan alltid korrosiva och efter utförd lödning ska gamla flussrester tas bort. Det räcker oftast att skölja med vatten. Om det fortfarande är flussrester kvar skrapas de bort eller borstas bort med stålborste. Vid sammanfogning av olika typer av metaller med lödning finns risken att ett galvaniskt element bildas och då kommer den oädlare metallen att börja korrodera i likhet med en offeranod av zink på ett fartyg. Vid lödning av stål med mässinglod är stålet den oädlare metallen och börjar korrodera bort om den utsätts för en korrosiv miljö.

Hårdlödning av stål.

Skannat med CamScanner

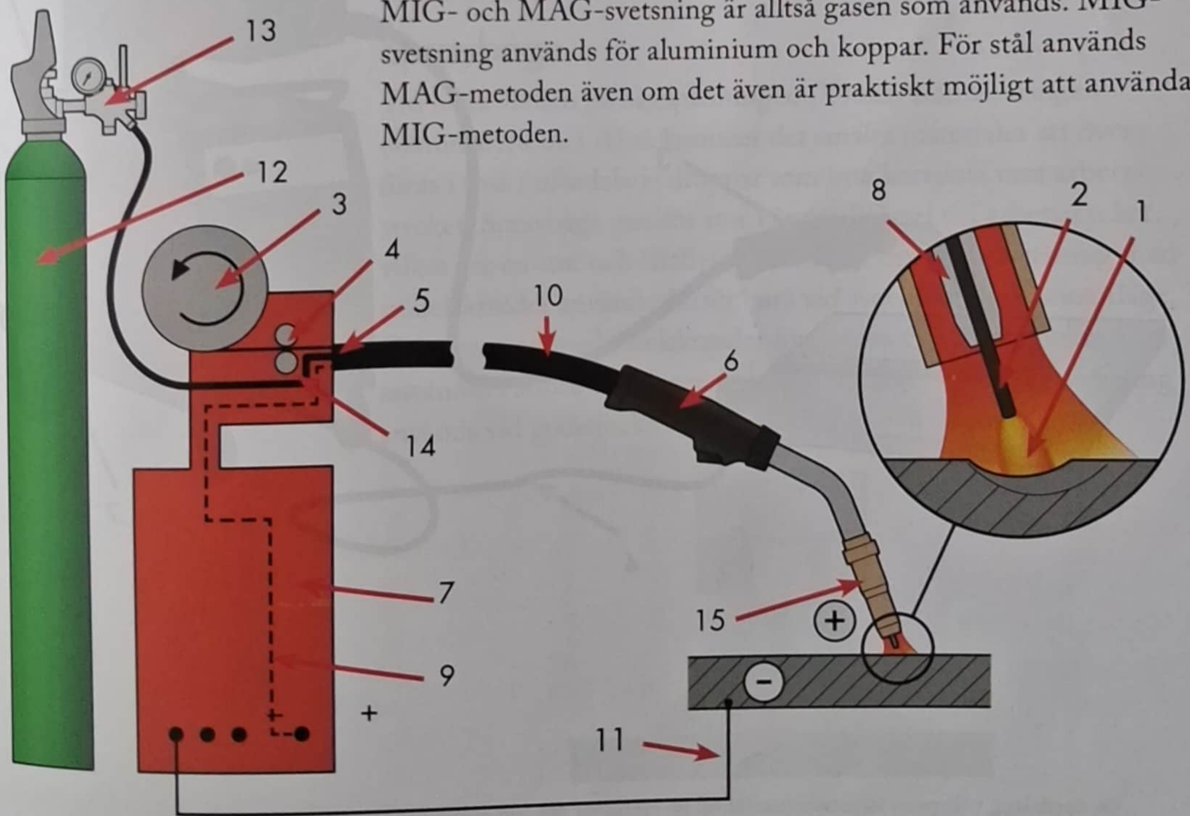
MIG/MAG

MIG/MAG är en modern svetsmetod som också är världens mest använda. Dem kan användas på godstjocklekar från cirka 0,5 mm (t.ex. bilindustri) till mycket grova plåtar och balkar inom bygg- och varvsindustri. MIG/MAG-metoden används till de flesta material, från stål till aluminium och koppar. MIG/MAG är också den metod som används mest vid mekaniserad svetsning och vid robotsvetsning.

Skannat med CamScanner

Principen för MIG/MAG

Vid MIG/MAG-svetsning används värmeenergin i en elektrisk ljusbåge (**1**) mellan arbetsstycket och en elektrod (**2**) som kontinuerligt matas fram och smälter av. Elektroden som även utgör tillsatsmaterial kan vara massiv (trådelektrod) eller bestå av av ett rör (rörelektrod) fyllt med kemiska ämnen som förbättrar svets- och svetsningsegenskaperna. Elektroden är upplindad på en bobin (**3**) och matas fram av matarrullar (**4**) genom elektrodledaren (**5**) till svetspistolen (**6**). Den elektriska energin levereras av en strömkälla (**7**). Strömövergången till elektroden sker i kontaktmunstycket (**8**) (som också kallas kontaktrör) som sitter längst fram i svetspistolen. Kontaktmunstycket är via strömledaren (**9**) i slangpaketet (**10**) kopplat till strömkällans positiva pol. Arbetsstycket kopplas via återledaren (**11**) till den negativa polen. För vissa rörelektroder används omvända polariteten men dessa är ovanliga. När ljusbågen tänds bildas en sluten strömkrets. Ljusbågen tas från en gasflaska (**12**), via en tryckregulator med flödesmätare (**13**) (alternativt uttagspost om gascentral används) och leds vidare till MIG/MAG-utrustningen gasautomatik (styrd ventil). Därifrån strömmar gasen genom gasslangen (**14**) i slangpaketet och ut genom gaskåpan (**15**) som omger kontaktmunstycket. Gasens främsta uppgift är att skydda elektroden, ljusbågen och smältan från den omgivande luftens skadliga inverkan. Skyddsgasen kan vara antingen inert (MIG) eller aktiv (MAG). Skillnaden mellan MIG- och MAG-svetsning är alltså gasen som används. MIG-svetsning används för aluminium och koppar. För stål används MAG-metoden även om det även är praktiskt möjligt att använda MIG-metoden.

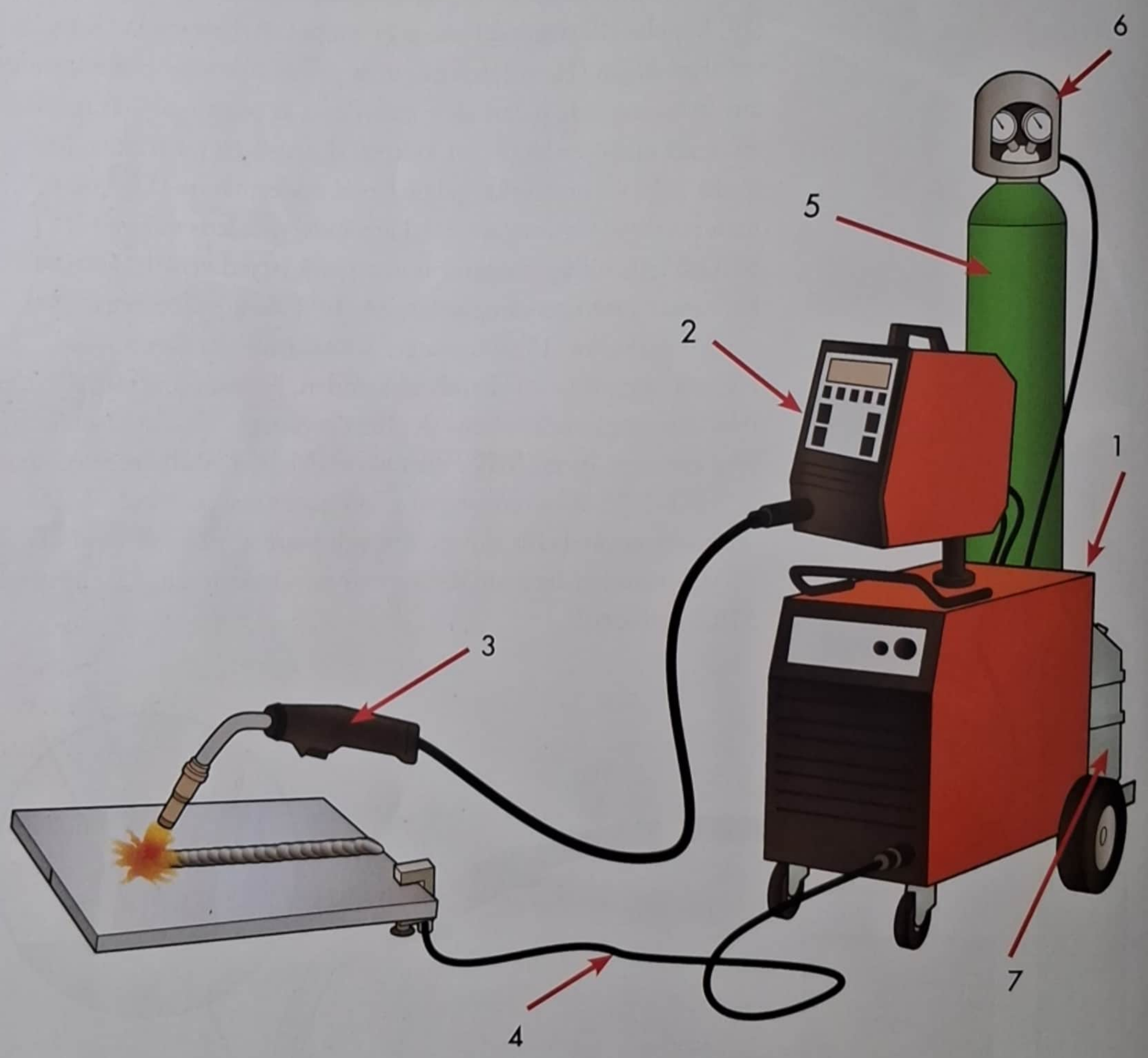


Principen för MIG/MAG–metoden.

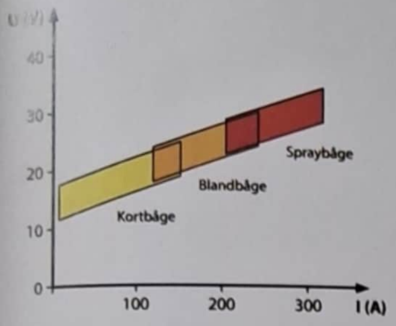
Svetsutrustning för MIG/MAG

En utrustning för MIG/MAG-svetsning består av följande delar:

1. Strömkälla.
2. Matarenhet.
3. Svetspistol med slangpaket.
4. Återledare.
5. Gasflaska.
6. Gasregulator med flödesmätare.
7. Eventuellt kylaggregat för svetspistolen.



Skannat med CamScanner

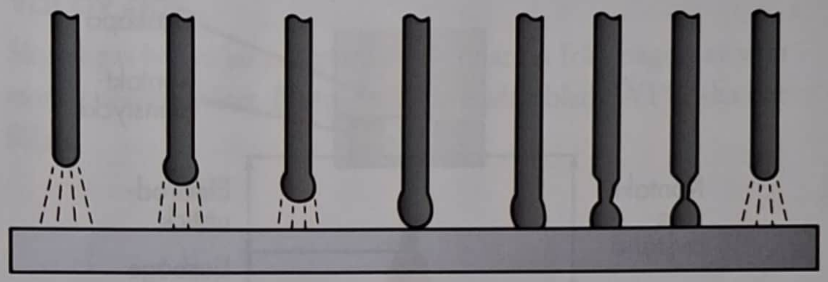


Bågtyp

Vid MIG/MAG-svetsning finns det olika bågtyper. Med bågtyper menas hur materialöverföringen genom ljusbågen från elektroden till smältan sker. Det kallas också för droppövergången.

Kortbåge

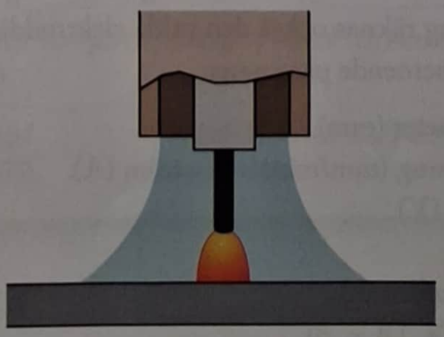
Vid svetsning med kortbåge hörs ett knattrande ljud från ljusbågen. Det beror på att elektroden kortsluts mot arbetsstycket med en jämn frekvens. Vid varje kortslutning avsnörs en droppe från elektroden och flyter in i smältan. Vid kortbågsvetsning används förhållandevis låg spänning och liten trådmatning (=svetsström). Kortbågssvetsning används vid tunnare godstjocklekar och också vid svetsning i andra svetslägen än horisontalläge. Kortbågsvetsning ger ett mindre smältbad än spraybågsvetsning.



Tillsatsmaterialet kortsluts mot arbetsstycket och en metalldroppe snörs av. Ett knattrande ljud hörs.

Spraybåge

Vid höga värden på bågspänningen (V) och trådmatningen (=strömstyrkan, i A) så kommer det smälta materialet att överföras i små finfördelade droppar som inte kortsluts mot arbetsstycket. Spraybåge medför stor värmetillförsel till arbetsstycket, vilket ger en stor och lättflytande smälta. Spraybågsvetsning med trådelektroder används därför bara vid svetsning i horisontalläge. Vid svetsning med rörelektroder finns flera typer som också kan användas i andra svetslägen är horisontalläge. Spraybågsvetsning används vid godstjocklekar från 3–5 mm och uppåt.



Spraybåge har fått sitt namn av att tillsatsmaterialet övergår i ljusbågen till mycket små droppar som "sprayas" ned i smältbadet.

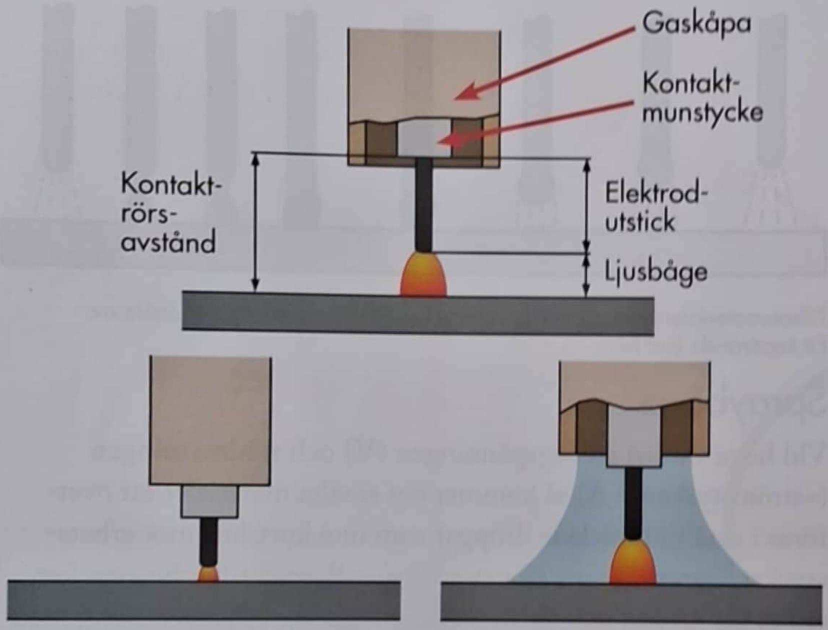
Skannat med CamScanner

Blandbåge

Blandbåge är en bågtyp som är en blandning mellan kortbåge och spraybåge. Det är en blandning av kortslutande droppar och icke kortslutande droppar, en instabil ljusbåge med mycket svetssprut och svetsrök. Blandbåge används inte till svetsning. När en svetsare ställer om sina svetsparametrar mellan kortbåge och spraybåge är det lätt att hamna i blandbågsområdet innan rätt parametrar är inställda.

Kontaktrörsavstånd och utstickslängd

Med kontaktrörsavstånd menas avståndet mellan svetspistolen kontaktmunstycket och grundmaterial. Utstickslängd är elektrodens utstickslängd ur kontaktenmunstycket. Att tänka på är att många företag använder som standard samma uttryck för "utstick" (engelska= outstick) som för kontaktrörs avstånd.



Elektrodutstick vid kortbåge. *Elektrodutstick vid spraybåge.*

Utrustningsberoende svetsparametrar

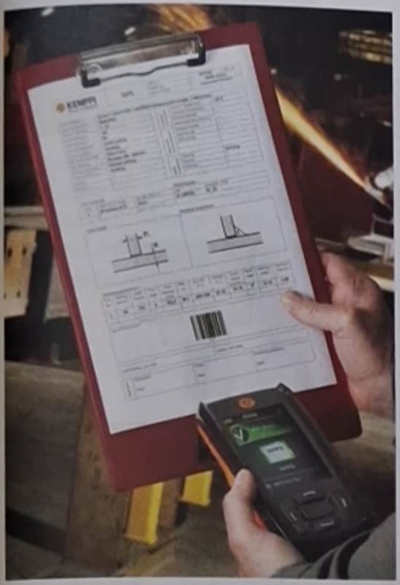
Utrustningsberoende svetsparametrar är sådana parametrar som kan ställas in på strömkällan eller övrig utrustning. Vid MIG/MAG-svetsning räknas också den valda elektroddiametern som en utrustningsberoende parameter.

- Elektroddiameter (mm).
- Elektrodmatning (mm/min)/svetsström (A).
- Bågspänning (V).
- Induktans.
- Gasflöde (liter/minut).
- Polaritet (DC+, DC-, AC).
- Personberoende svetsparametrar.

Personberoende svetsparametrar är sådana parametrar som inte kan ställas in på strömkällan eller dess kringutrustning. Det är alltså sådana svetsparametrar som direkt påverkas av svetsaren under svetsningens utförande.

Exempel på personberoende svetsparametrar:

- Svetshastighet mm/min.
- Pistolvinkel.
- Elektrodutstick mm.



Finns det ett svetsdatablad/WPS för aktuellt svetsarbete ska den följas.

Val av tillsatsmaterial

Tillsatsmaterialet ska vara artlikt, dvs. om ett vanligt olegerat stål ska svetsas väljs ett tillsatsmaterial som är av olegerat stål. Finns det ett svetsdatablad, WPS, ska det följas.

Val av gas

Skyddsgas bör väljas enligt rekommendation från någon av våra stora gasleverantörer. Finns det ett svetsdatablad, WPS, ska det följas.

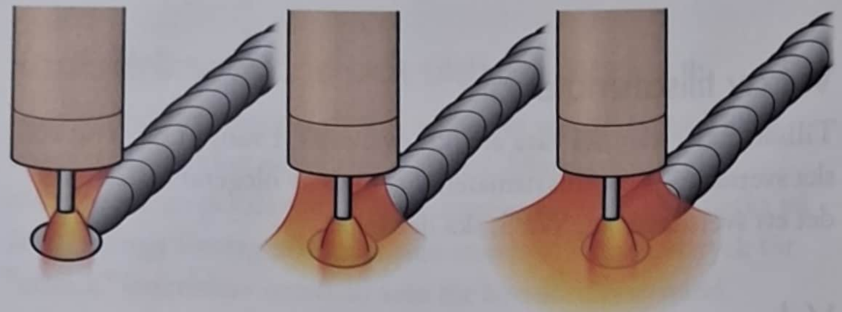
Gaser som rekommenderas för rotskydd

Material	**AGA**	**Air Liquide**
Olegerat och låglegerat stål	CO_2/Mison 8/Mison 18/ Mison 25	Arcal 14/Arcal 21/Atal/ Koldioxid
Austenitiska rostfria stål	Robinon/Mison 2He/Mison N_2	Arcal 2/Arcal 112/Arcal 129 /Mox 2
Duplexa rostfria stål	Mison 2He/Mison 2	Arcal 2/ Arcal 129/Mox2
Aluminium och al-leg.	Mison Ar/Mison He30/Varigon He50/ Varigon He70.	Arcal 1/Arcal 32 Arcal 37/ ArgonN40
Koppar och koppar-leg.	Mison Ar/Mison He30/ Helon50/Varigon He70.	Arcal 1/Arcal 32/Arcal 37/ ArgonN40

Skannat med CamScanner

Inställning av skyddsgasflöde

För att svetsningens kvalitet ska bli bra måste rätt gasflöde vara inställt. För svetsning med kortbåge rekommenderas att flödet är 5–12 liter per minut och för svetsning med spraybåge rekommenderas 12–30 liter per minut. Svetsning av aluminium kräver högre skyddsgasflöden jämfört med svetsning i stål. Tänk på att om du svetsar utomhus, kan skyddsgasen blåsa undan och svetsen bli full av porer trots att du upplever det som vindstilla ute.

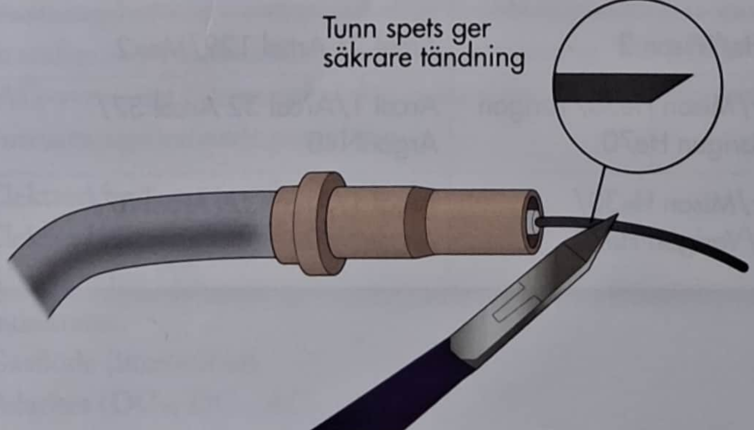


För lågt gasflöde   Rätt gasflöde   För högt gasflöde

Så här går det till att svetsa MIG/MAG

Tändning av ljusbågen

Klipp elektroden snett till en vass spets med en sidavbitare för att underlätta tändningen av ljusbågen. Ljusbågen tänds genom att hålla svetspistolen med ett lämpligt kontaktrörsavstånd från arbetsstycket. Det är lämpligt att hålla samma kontaktrörsavstånd som det man kommer att använda under svetsningen. För kortbågsvetsning är 5-10 mm lämpligt och för spraybågsvetsning är 15–20 mm lämpligt. Om det är svårt att hålla svetspistolen på rätt avstånd från grundmaterialet kan gaskåpan lutas lätt mot arbetsstycket i tändningsögonblicket. Fäll ner svetshjälmen så att ansiktet är skyddat. När svetspistolens microbrytare trycks in tänds ljusbågen. Det är viktigt att hålla samma kontaktrörsavstånd under hela svetsningen eftersom strömmen ändras med kontaktrörsavståndet.



Dra i elektroden så att den blir sträckt i trådledaren och klipp snett.

En rakt avklippt elektrod har svårare att tända eftersom den plana ytan orsakar större motstånd än en tunn spets. Därför smälter en bit av elektroden av och fastnar i startpunkten.

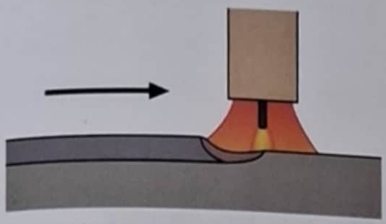
När svetsningen avslutas smälter elektrodspetsen och blir kulformad (oavsett hur spetsen såg ut i startögonblicket). Innan omstart måste en sådan spets snedklippas.

Med sträckt elektrod och snedklippt trådände tänds ljusbågen lätt och man slipper den avbrända elektrodbiten som fastnar i startpunkten.

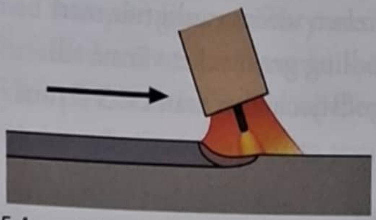
Skannat med CamScanner

Under svetsningen

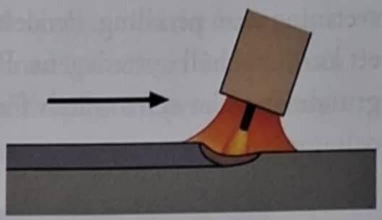
Ljusbågen ska riktas mot smältans framkant så att ljusbågens inbränning sker mot grundmaterialet. Riktas ljusbågen istället mot smältans bakkant riskerar man dålig bindning (bindfel) mellan svets och grundmaterialet, eftersom ljusbågen inte får möjlighet att direkt träffa och bränna in i grundmaterialet. Andra parametrar som strömstyrka och svetshastighet påverkar också resultatet.



Neutral lutning av gaskåpan och ljusbågen är riktad i framkant av smältbadet. Neutral lutning används ofta vid mekaniserad svetsning och robotsvetsning.



Frånsvetsning används och ljusbågen är riktad i framkant av smältbadet.

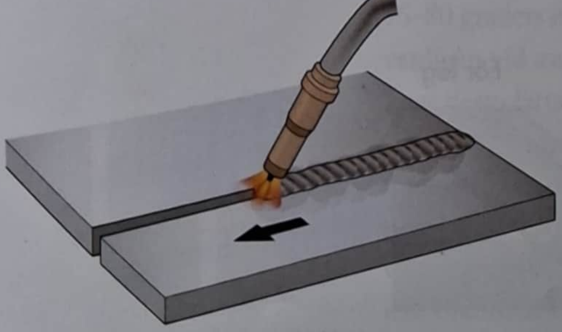


Motsvetsning används och ljusbågen är riktad mitt i smältbadet.

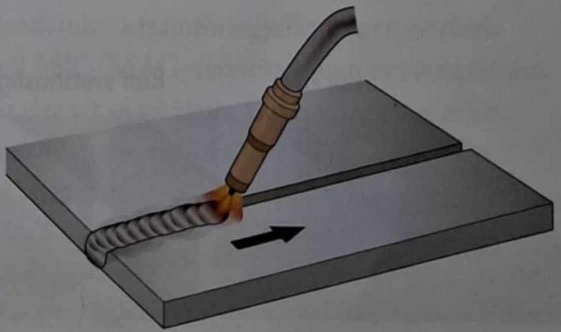
Frånsvetsning eller motsvetsning

Vid frånsvetsning lutas svetspistolen från den färdiga svetsen när du svetsar. Frånsvetsning ger en svets som flyter ut bättre med en jämn svetsråge samtidigt som svetsens inträngning i grundmaterialet blir väsentligt mindre. Frånsvetsning används därför i huvudsak vid svetsning av tunnare godstjocklekar eller när man vill ha en "snyggare" svets som har en jämn övergång mellan svets och grundmaterialet. Vid svetsning av aluminium används frånsvetsning för slippa "sot" på den färdiga svetsen p.g.a upphettade oxider.

Vid motsvetsning lutas svetspistolen mot den färdiga svetsen. Värmetillförseln till smältan blir stor och inträngningen i grundmaterialet blir djupare. Höjden på svetsen (svetsrågen) ökar och svetsen blir "toppigare". Det är svårare att få jämna svetsar. Motsvetsning används därför mest vid svetsning av godstjocklekar från 5–8 mm och uppåt.



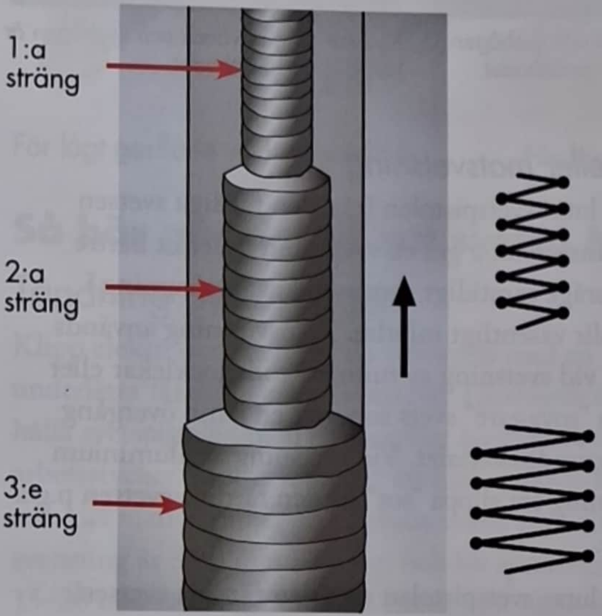
Frånsvetsning.



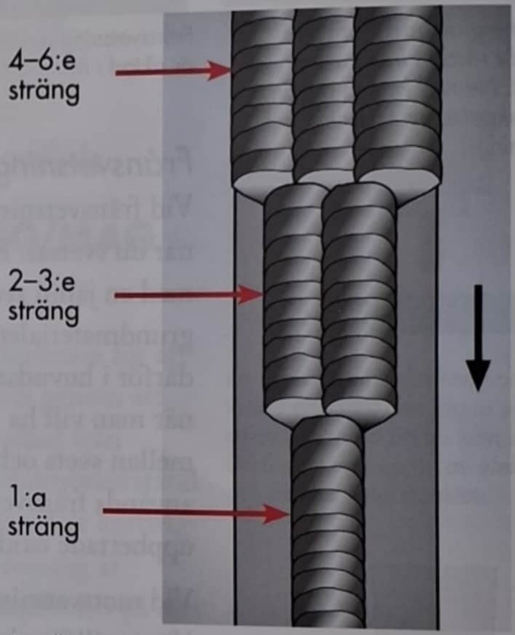
Motsvetsning.

Strängning och pendling

När svetsningen sker rakt fram i en rätlinjig rörelse utan pendlingar i sidled kallas det för strängning. För att svetsa en bredare svetssträng kan man föra svetspistolen med pendlande rörelser i sidled samtidigt som svetspistolen förs framåt i fogen. Det kallas för pendling. Normalt brukar pendlingen vara så att den normala smältans diameter breddas 1.5–3 ggr den normala smältans diameter. Med normal smälta menas här smältans bredd vid svetsning utan pendling. Pendelrörelsen utförs vanligtvis med ett kort uppehåll i ytterlägena. Pendling ger mycket värme till grundmaterialet och används för godstjocklekar från ca. 3-5 mm och uppåt.



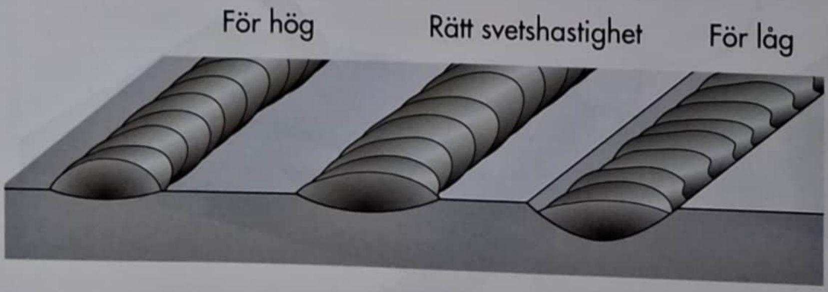
Strängning.



Pendling.

Svetshastighet

Det är viktigt att hålla rätt svetshastighet. För hög svetshastighet ger en smal svets med hög råge och med liten inträngning i grundmaterialet, medan för låg svetshastighet ger ett för stort smältbad med smältdiken runt svetsen.

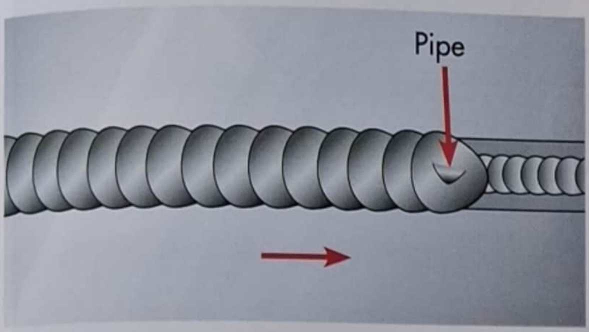


Svetshastighet.

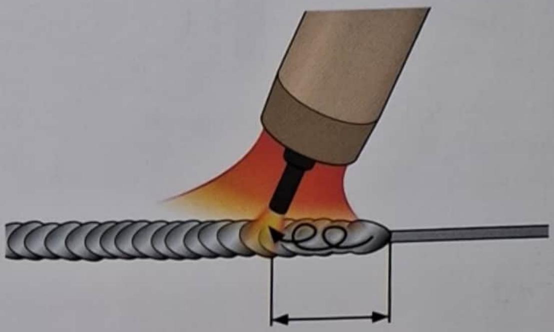
Skannat med CamScanner

Svetsavslutning

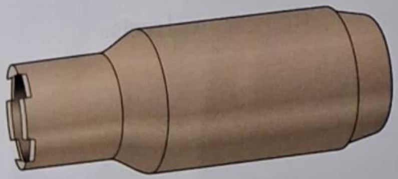
När metall stelnar så krymper den och minskar i volym. Det som stelnar sist i en svetssmälta är dess centrum, där kan det bildas en svetskrater (pipe). För att undvika att en pipe bildas eller att se till att pipen endast blir ytlig, används en speciell teknik för att avsluta svetsningen. Vid svetsavslutning, gå tillbaka 10–15 mm mot svetsriktningen, sakta ner ett kort ögonblick nära smältans kant innan du avslutar svetsningen genom att släcka ljusbågen med svetspistolens microbrytare. Meningen med det här förfarandet är att smältan ska kylas ned lite och att material kan fyllas på i smältans centrum. Det är lämpligt att prova sig fram till den teknik som ger bästa resultat.



Svets sedd från ovan.



Punktsvetsning



Gaskåpa för punktsvetsning.

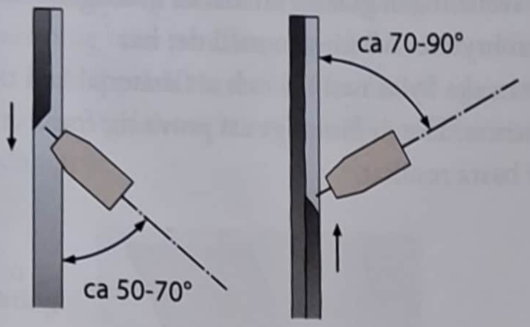
Vid svetsning av tunnare plåtar som t.ex. bilplåt, räcker det oftast att punktsvetsa för att få tillräcklig hållfasthet. En speciell gaskåpa med stödben ger automatiskt rätt elektrodutstick och används också för att pressa ihop plåtarna mot varandra. Svetsningen sker från en sida. Svetsparametrarna ställs 50–100 procent högre än vid vanlig kontinuerlig svetsning. Svetstiden styrs av en timer i strömkällan och är mycket kort, ca 1 sekund och smältan kyls snabbt. Punktsvetsning kan ske i alla svetslägen.

Vinklar för svetspistolen

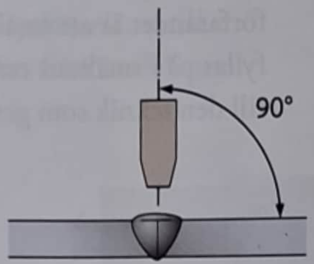
75-80 graders elektrodvinkel i framföringsriktningen används vanligen vid manuell MIG/MAG-svetsning. Ju mer svetspistolen lutas desto lättare är det att se smältan. Lutas pistolen mer än 70 grader är det risk för att gasskyddet kan bli för dåligt. Ett undantag är det vid svetsriktning nedåt, då brukar vinkeln vara nere på 50–70 grader. Det är viktigt att titta på smältan och att vinkla svetspistolen så att svetssträngen styrs till rätt plats och att inte eventuell slagg rinner före smältan.

Skannat med CamScanner

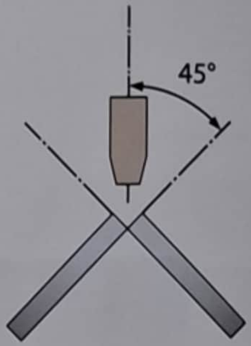
Utstickets längd vid MIG/MAG-svetsning är också viktigt. Långt elektrodutstick ger lägre ström och kort elektrodutstick ger högre spänning. Det beror på att vid ett längre trådutstick så är det en längre elektrod som strömbelastas vilket gör att motståndet i elektroden ökar och strömmens storlek minskar. Det här märks speciellt vid svetsning med rörelektroder.



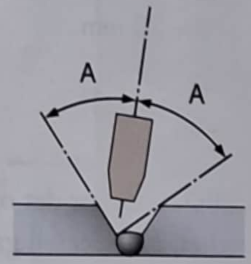
Pistollutning längs svetsriktningen i vertikalläge.



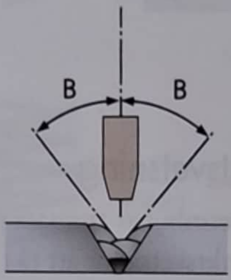
Pistollutning tvärs mot svetsriktningen i stumfog.



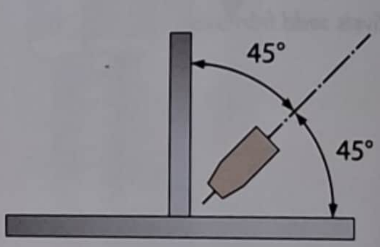
Pistollutning tvärs mot svetsfog vid hörnfog och kälfog.



Pistollutning mellan svets och fogyta tvärs mot svetsrikningen.



Pistollutning mellan svetssträngar tvärs mot svetsriktningen.



Pistollutning vid kölsvets.

Vilka material kan svetsas med MIG/MAG?

Olegerade och legerade stål, rostfritt stål och aluminium svetsas vanligen med MIG/MAG. Även mer ovanliga material som koppar, nickel, titan, aluminiumbrons eller magnesium kan svetsas och då används specifikt MIG.

Skannat med CamScanner

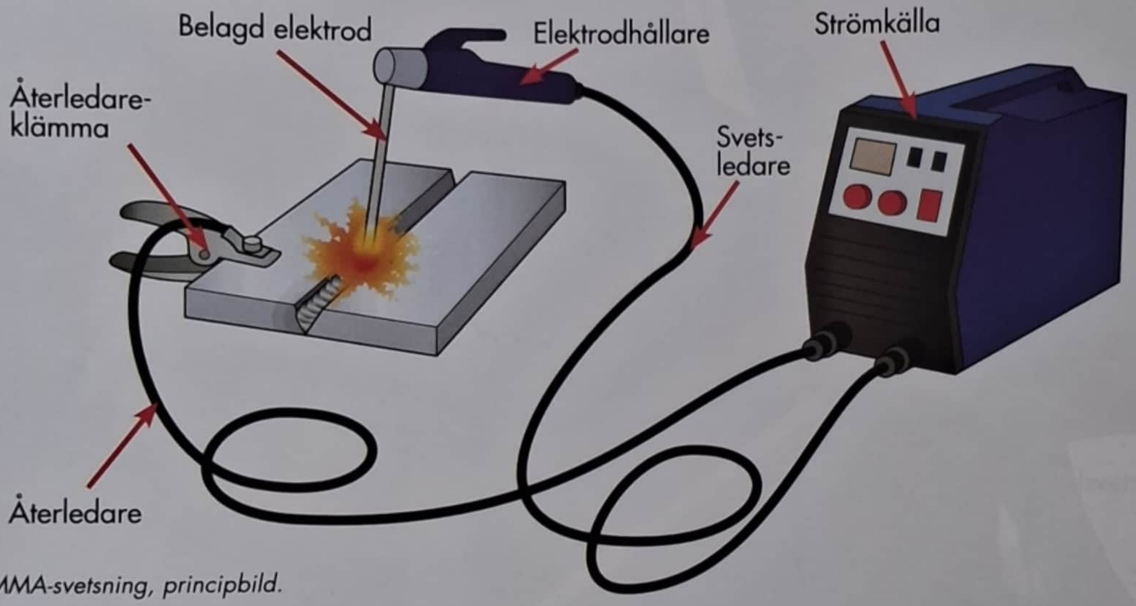
Manuell metallbåg-svetsning

Du kommer att få veta principen för manuell metallbågsvetsning och dess användningsområden. Du får också reda på vilka olika typer av belagda elektroder som det finns, samt vilken utrustning som behövs för att använda metoden. Extra roligt är det med vår svenska uppfinnare Oskar Kjellberg med patent av belagd elektrod.

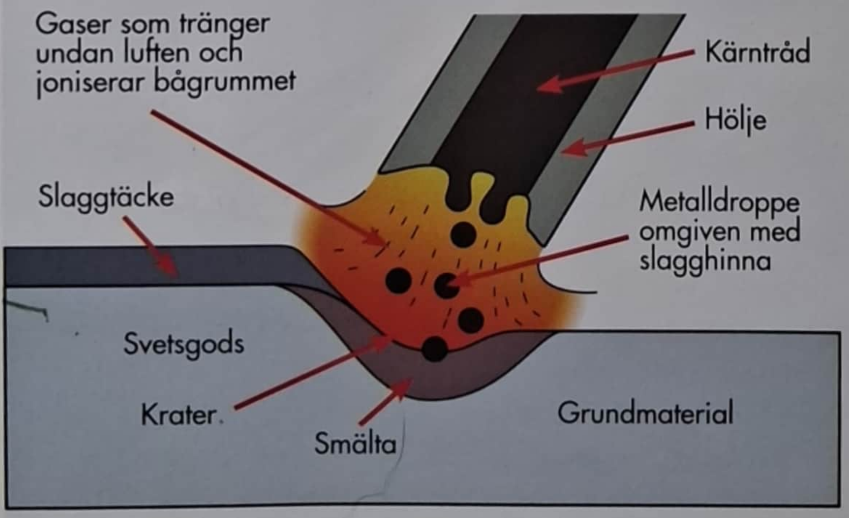
Skannat med CamScanner

Principen för MMA, manuell metallbågsvetsning

MMA-svetsning utförs för hand med belagda stavformade metallelektroder som smälter och utgör tillsatsmaterialet. Elektroden sätts fast i en elektrodhållare som är ansluten till strömkällan via en svetsledare. För att få en sluten strömkrets krävs också en återledare som är ansluten med en återledarklämma på arbetsstycket. När man svetsar smälter kärntråden och elektrodhöljet i samma takt. Kärntråden överförs till grundmaterialet genom metalldroppar. I elektrodhöljet finns ämnen som bildar gaser som tränger undan den skadliga luften och även hjälper till med att ge stabil ljusbåge. I höljet finns också slaggbildande ämnen som skyddar metalldropparna i ljusbågen och sedan bildar ett slaggtäcke över svetsen. I elektrodhöljet är också legeringsämnen tillsatta som överförs till smältan och ger den färdiga svetsen önskad sammansättning.



MMA-svetsning, principbild.



Materialtransport i ljusbågen.

Användningsområden för MMA

Metoden används för alla typer av stål, från vanliga olegerade stål till rostfria stål och gjutjärn. I mycket mindre omfattning används MMA också för material som aluminium, nickel och koppar. Tidigare användes metoden mycket inom tung industri för tillverkning av t.ex. fartyg, lastbilar och cisterner men numera är MIG/MAG den dominerande metod. Nu är användningsområdet i huvudsak svetsning i kortare serier, reparationssvetsning, svetsning av rörsystem, svetsning i lantbruk och svetsning i entreprenadmaskiner. En stor fördel med metoden är den enkla, billiga och oömma utrustningen. Godstjocklekar från ca 1,5 mm till mycket grova gods kan svetsas med MMA. Metoden fungerar bra även utomhus eftersom man inte använder någon vindkänslig skyddsgas.

Svetsning av konstruktionsdel med MMA-metoden.

Vilka material kan svetsas med MMA?

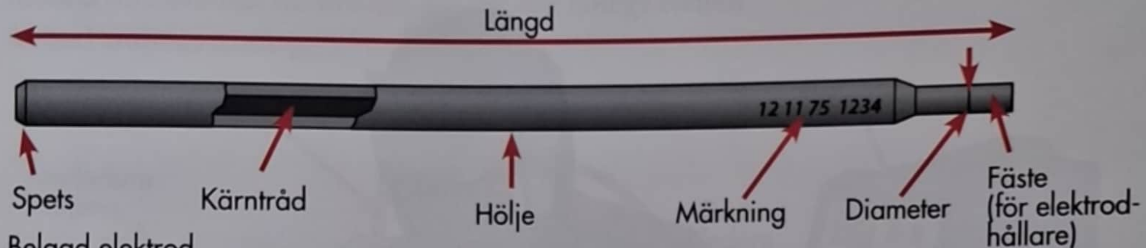
Metoden kan användas till de flesta svetsbara material, men används i huvudsak till svetsning av olika typer av stål.

- Olegerade stål
- Låglegerade stål
- Rostfria stål
- Lågtempererade stål
- Varmhållfasta stål
- Nickel och nickelbaslegeringar
- Gjutjärn och gjutstål
- Verktygsstål
- Aluminium
- Koppar

Skannat med CamScanner

Belagda elektroder

En belagd elektroderna består av en rund kärntråd av metall som är belagd med ett hölje. Höljet består av olika mineralar och andra metallpulver som pressats ihop runt kärntråden. Vanliga dimetrar på elektroder är Ø 1,6 mm, Ø 2,0 mm, Ø 2,5 mm, Ø 3,25 mm, Ø 4,0 mm. Ø 5,0 mm, Ø 6,0 mm och Ø 7,0 mm. Elektrodens längd anpassas till hur mycket ström elektroden tål. En elektrod med mindre diameter tål lägre strömstyrkor. Elektrodens ena ände kallas för fäste och där ska elektrodhållaren fästas. Den änden är renslipad för god elektrisk kontakt med elektrodshållaren. Elektrodens andra ände kallas för spets. För att underlätta tändningen av ljusbågen har många elektroder en konisk spets med frilagd kärntråd. En del elektroder har en spets av grafit för att underlätta tändningen.



Belagd elektrod

Högutbyteselektrod, rutil ø 7 mm, l = 700 mm

Högutbyteselektrod, rutil ø 7 mm, l = 600 mm

Normalutbyteselektrod, basisk ø 4 mm, l = 450 mm

Normalutbyteselektrod, basisk ø 2,5 mm, l = 350 mm

Normalutbyteselektrod, rutil (rostfri) ø 2 mm, l = 300 mm

Normalutbyteselektrod, rutil (rostfri) ø 1,6 mm, l = 250 mm

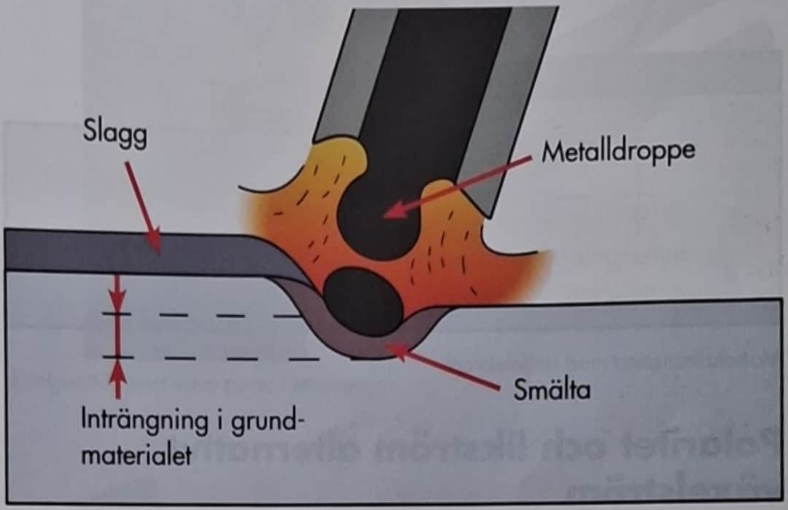
Skannat med CamScanner

Elektrodtyper

Belagda elektroder finns med olika typer av höljen. De två vanligaste huvudtyperna är basiska eller rutila elektroder.

Basiska elektroder

Basiska elektroder ger hög svetskvalitet med mycket god hållfasthet. De är mindre känsliga för föroreningar i grundmaterialet än andra elektrodtyper. En del basiska elektroder är svåra att tända och försedda med grafit spets, vilket ger många gånger en ganska grov toppyta på svetsen. Basiska elektroder är lättsvetsade i alla svetslägen. De är känsliga för fuktupptagning i höljet, vilket ger porer i den färdiga svetsen. De måste därför förvaras torrt.



Materialtransport med basisk elektrod.

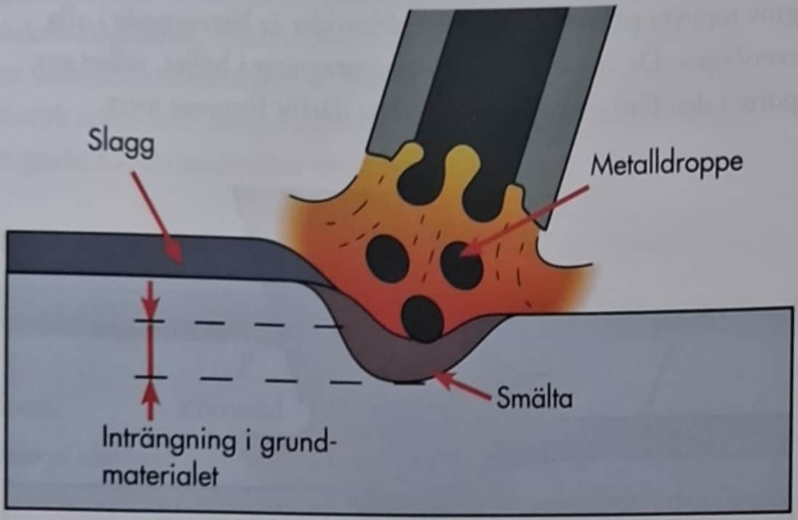
Sammanfattning av elektrodernas egenskaper

Höljetyp **Inverkan**	**CaO_2 , CaF_2** Kalciumoxid, kalcium **Basisk**	**TIO_2** Titandioxid **Rutil**	**SiO_2** Kiseldioxid **Sur**
Droppstorlek (% av elektroddiameter)	Stora ca 60-80%	Medel ca 30-50%	Små ca 10-20%
Polaritet	+pol (undantagsfall −pol)	+pol, −pol	−pol, +pol
Draghållfasthet sträck-/brottgräns	Bra	Bra	Bra
Slagseghet (vid låg temp.)	Mycket bra	Måttlig	Måttlig
Strängutseende, ytjämnhet	Måttlig –	Mycket bra	Bra
Återtändning av elektrod	Måttlig	Bra	Bra
Lägessvetsning	Mycket bra	Måttlig till bra	Måttlig
Fuktkänslighet vid förvaring	Stor	Liten	Liten
Porkänslig (svetsgods)	Ganska stor	Liten	Liten
Spricksäkerhet (svetsgods)	Mycket bra	Måttlig	Måttlig

Skannat med CamScanner

Rutila elektroder

Rutila elektroder har goda svetsegenskaper främst i horisontalläge. Störst användningsområde är svetsning i horisontellt. Det finns dock rutila eletroder som är mycket lämpliga för svetsning fallande vertikalt. Rutila elektroder för rostfria stål finns för svetsning i alla lägen. De är lätta att tända och ger hög svetskvalitet, men inte samma goda hållfasthet som basiska elektroder. De ger en ganska fin och jämn toppyta på svetsen. De är mindre känsliga än basiska elektroder för fuktupptagning i höljet.

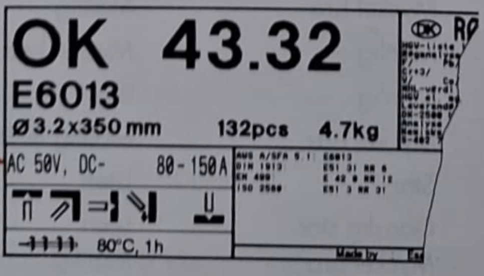


Materialtransport med rutilelektrod.

Polaritet och likström alternativt växelström

När det anges vilken polaritet en belagd elektrod ska svetsas med, är det alltid vilken polaritet som elektrodhållaren ska anslutas till som anges. De basiska elektroderna ska svetsas med likström och anslutas till strömkällans pluspol. Det finns undantagsfall där elektroden kan anslutas till minuspolen. Det kan t.ex. vara svetsning av rotsträngar i V-fogar. Rutila elektroder kan svetsas med både likström och växelström. Med likström kan rutila elektroder anslutas till antingen plus- eller minuspolen. På elektrodpaketet står angivet om den belagda elektroden ska svetsas med likström eller växelström. Även vilken polaritet som ska användas anges.

På elektrodpaketet finns uppgift om vilken strömart elektroden är avsedd för.



Skannat med CamScanner

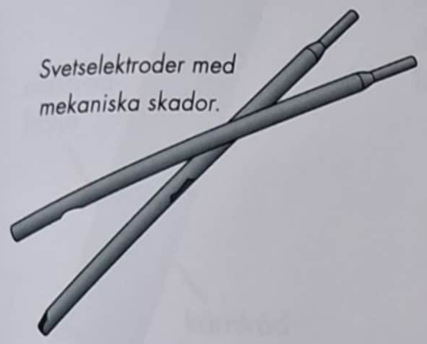
Hantering av elektroder

Belagda elektroder ska förvaras torrt och varmt för att inte skadas.

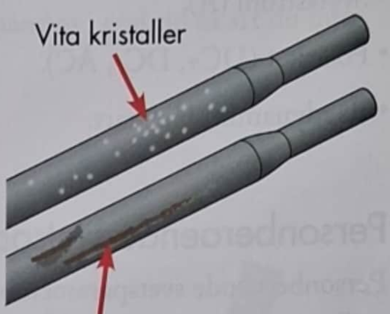
Exempel på skador som förekommer:

- Mekaniska skador
- Fuktskador
- Åldring

Elektroder med dessa skador kasseras. Elektroder med för hög fukthalt kan torkas om.



Röntgenbild som visar porer i en svets.



Torrhållare och torkskåp används för att hålla elektroderna torra. Torkskåp används också för att torka om elektroder som fått för hög fukthalt.

Val av tillsatsmaterial

Tillsatsmaterialet ska vara artlikt, dvs. om ett vanligt olegerat stål ska svetsas, väljs ett tillsatsmaterial som är av olegerat stål. Tillverkarna av tillsatsmaterial har rekommendationstabeller för de material som ska svetsas.

Skannat med CamScanner

Svetsparametrar

Utrustningsberoende svetsparametrar

Utrustningsberoende svetsparametrar är parametrar som kan ställas in på strömkällan. Vid MMA-svetsning räknas också den valda elektroddiametern som en utrustningsberoende parameter. Med bågdynamik menas i praktiken att droppstorleken i ljusbågen kan ställas in. Hotstart är en funktion där strömkällan ger extra ström när ljusbågen tänds, vanligen 50% mer ström.

Exempel på utrustningsberoende svetsparametrar:

- Elektroddiameter (mm).
- Svetsström (A).
- Polaritet (DC+, DC-, AC).
- Bågdynamik, Hotstart.

Personberoende svetsparametrar

Personberoende svetsparametrar är parametrar som inte kan ställas in på strömkällan eller dess kringutrustning. Det är alltså svetsparametrar som direkt påverkas av svetsaren under svetsningens utförande.

Exempel på personberonde svetsparametrar:

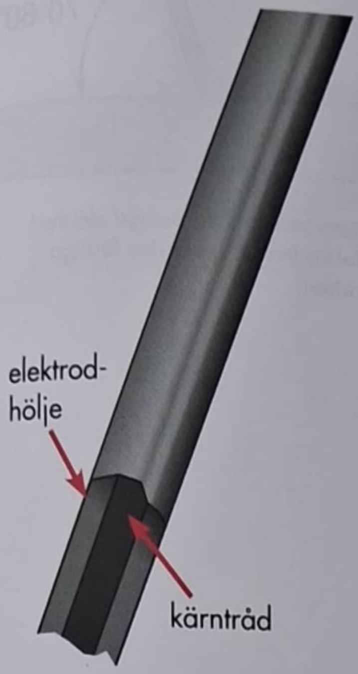
- Svetshastighet (mm/min) alternativt utdragslängd = svetslängden i mm per svetselektrod.
- Ljusbågslängd.
- Personberoende svetsparametrar.

Skannat med CamScanner

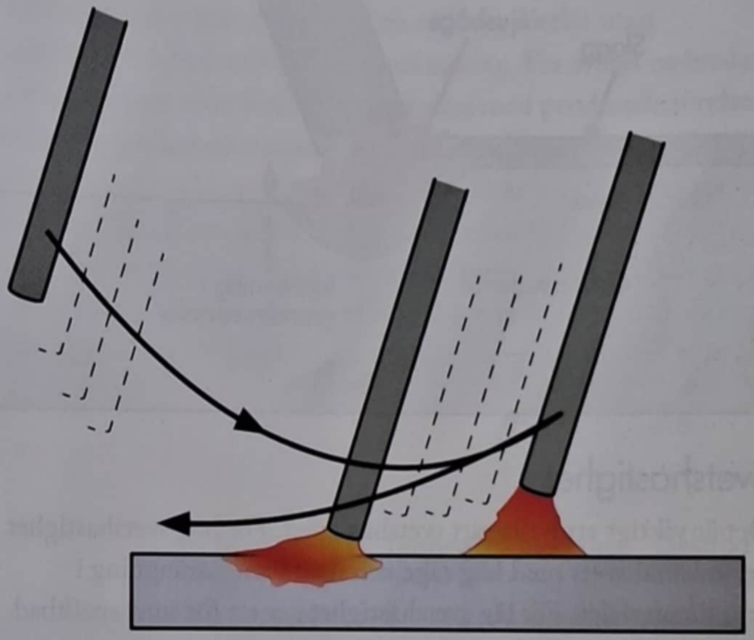
Så här går det till att svetsa MMA, manuell metallbågsvetsning

Tändning av ljusbågen

Ljusbågen tänds genom att försiktigt skrapa elektrodspetsen mot arbetsstycket, ungefär som när man tänder en tändsticka. När ljusbågen tänds lyfter du elektrodspetsen ca 4–8 mm från grundmaterialet så att ljusbågen får tid på sig att komma igång och stabilisera sig. Det brukar ta 1–3 sekunder. Sedan sänker du elektroden till ett normalt bågavstånd som ofta är 2–5 mm. Det kan ibland vara svårt att hålla svetselektroden stilla utan att darra. Då kan du hjälpa till genom att hålla i själva elektroden med en hand under starten. Kom ihåg att använda svetshjälm (då får du händerna fria) och att ta bort handen i god tid så att du inte bränner dig.



Elektrodspets i genomskärning.



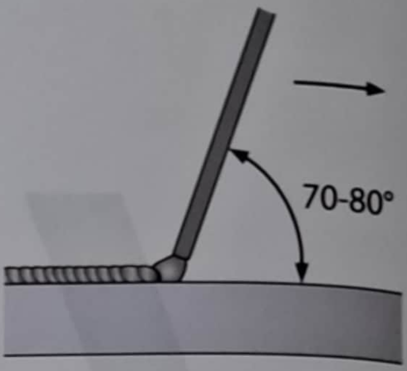
Tändning av ljusbågen.

Under svetsning

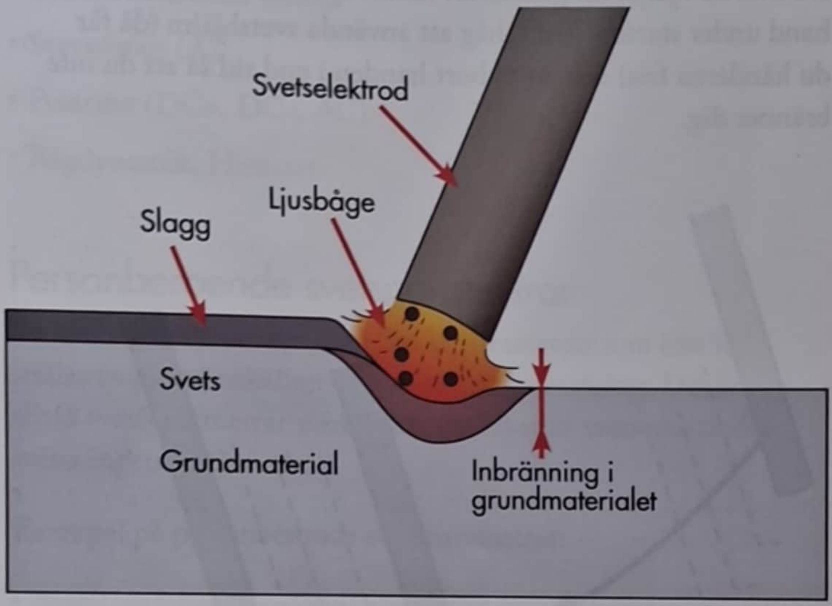
En kort ljusbåge (ca 2-5 mm) ger en säkrare och mer skyddad droppövergång mellan elektrod och smälta. En lång ljusbåge 6 mm mellan elektrod och smälta ökar risken för porer i svetsen.

Elektrodvinklar

Den elektrodvinkel som nästan alltid används är 70–80 grader. Elektroden riktas då mot den färdiga svetsen. Det kallas för motsvetsning. Motsvetsning ger inträngning i grundmaterialet samtidigt som man har bra kontroll över slagg och smälta. Frånsvetsning vid MMA-svetsning är mer ovanligt men används också. Då lutas elektroden 70-80 grader från den färdiga svetsen. Frånsvetsning ger oftast en jämnare toppyta än motsvetsning. Problem med slagginneslutningar och porer kan lättare uppstå vid svetsning med frånsvetsmetoden.

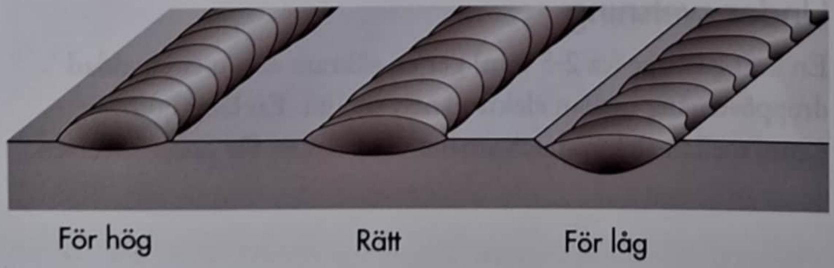


Motsvetsning med belagd elektrod. Elektroden lutas mot den färdiga svetsen.



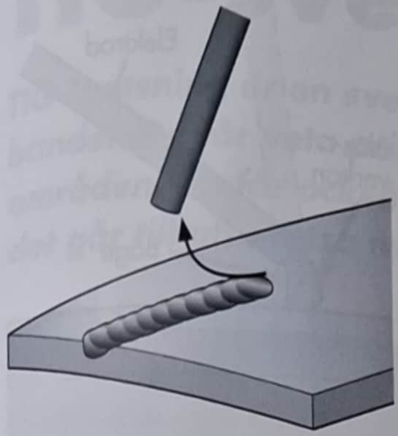
Svetshastighet

Det är viktigt att hålla rätt svetshastighet. För hög svetshastighet ger en smal svets med hög råge och med liten inträngning i grundmaterialet. För låg svetshastighet ger ett för stort smältbad med smältdiken runt svetsen.



Resultatet av olika svetshastigheter.

Skannat med CamScanner



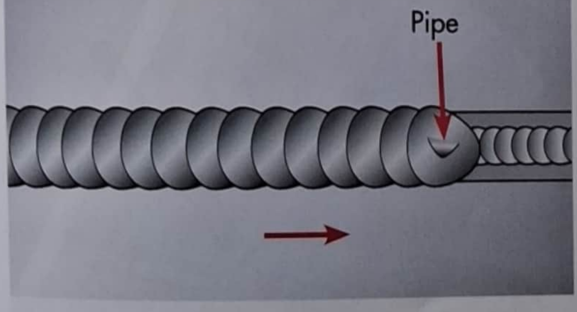
Bryt bågen efter en tillbakagående rörelse.

Svetsavslut

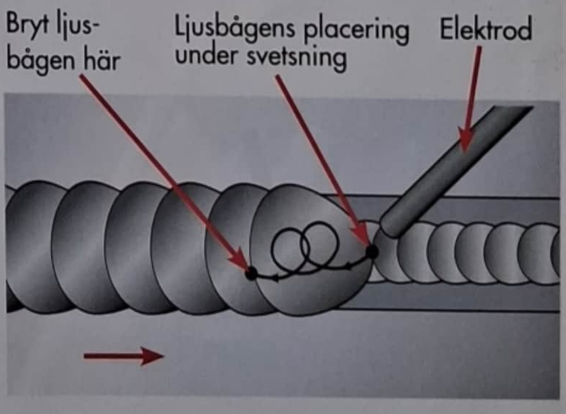
När metall stelnar krymper den och minskar i volym. Det som stelnar sist i en svetssmälta är dess centrum, där kan det bildas en pipe. För att undvika att en pipe bildas eller att se till att pipen endast blir ytlig, används en speciell teknik för att avsluta svetsningen. Vid avslutning, gå tillbaka 10–20 mm mot svetsriktningen, sakta ner ett kort ögonblick innan du lyfter bort elektroden mot smältans kant. Meningen med det här förfarandet är att smältan ska kylas ner lite och att material kan fyllas på i smältans centrum. Behövs mer svetsgods fyllas på i smältan för att undvika en pipe kan svetselektroden föras runt ett par varv i smältan innan den lyfts bort. När du går tillbaka med elektroden i smältan kan du ha samma hastighet som under själva svetsningen.

Strängning och pendling

När svetsningen sker rakt fram i en rätlinjig rörelse utan pendlingar i sidled kallas det för strängning. För svetsa en bredare svetssträng kan man föra svetselektroden med pendlande rörelser i sidled samtidigt som svetselektroden förs framåt i fogen. Den tekniken kallas för pendling. Normalt brukar pendlingen vara ca 2–5 ggr svetselektrodens diameter (kärntråden). Pendelrörelsen utförs vanligtvis med ett kort uppehåll i ytterlägena. Pendling ger mycket värme till grundmaterialet och används för godstjocklekar från ca. 3–5 mm och uppåt.



Svets sedd från ovan.

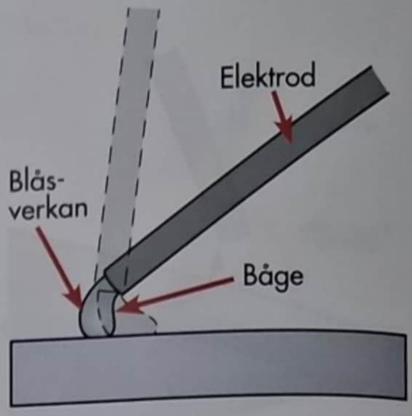


Svetsavslut för att undvika en avslutningskrater/pipe. Ibland är det mycket svårt att undvika att få en pipe i ett svetsavslut. En bra teknik gör i dessa fall att pipen blir grund och lätt att slipa bort.

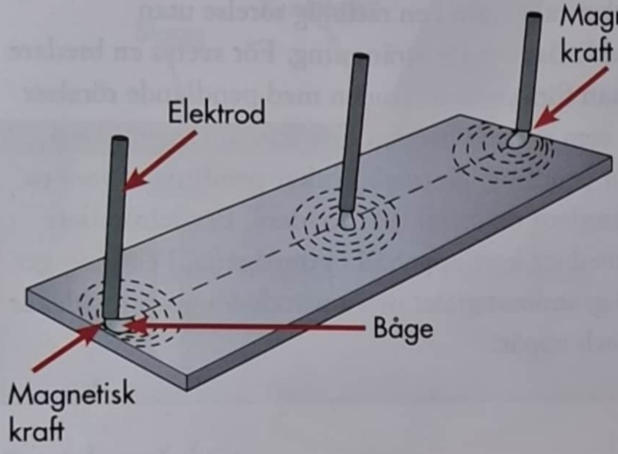
Skannat med CamScanner

Magnetisk blåsverkan

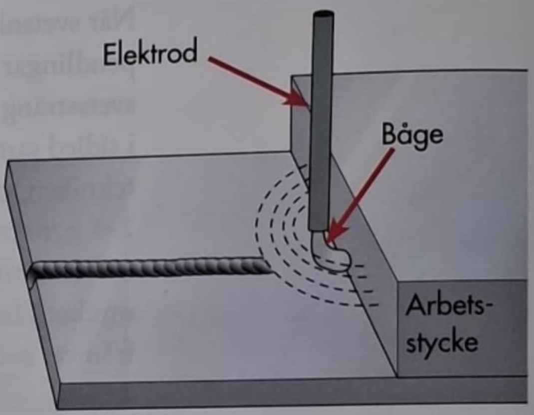
Ett bekymmer vid svetsning som är typiskt för svetsning med belagda elektroder är magnetisk blåsverkan. Som alla elektriska ledare omges ljusbågen av ett magnetfält som påverkar metalldropparna i ljusbågen. Det gör att ljusbågen vill böja av samtidigt som metalldropparna slungas ut i en ogynnsam riktning. Magnetisk blåsverkan är mest märkbar vid plåtkanterna där magnetflödet blir hopträngt p.g.a mindre material. Ljusbågen böjer då av in mot plåten. Enklaste sättet att motverka magnetisk blåsverkan är att luta elektroden så att bågens avböjning kompenseras. Ett annat sätt är att byta från svetsning med likström till svetsning med växelström.



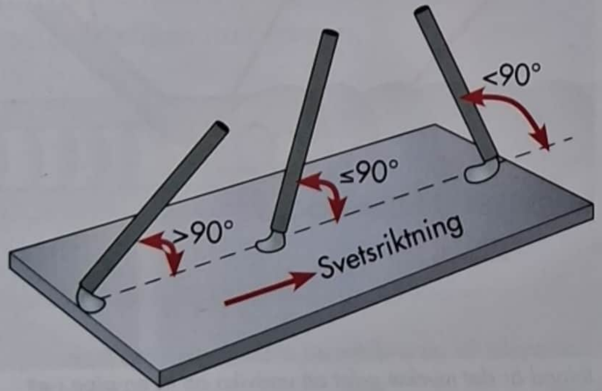
Magnetisk blåsverkan stör ljusbågen och kan orsaka en undermålig svets med porer, svetssprut, oxider ej utfylld svets m.m.



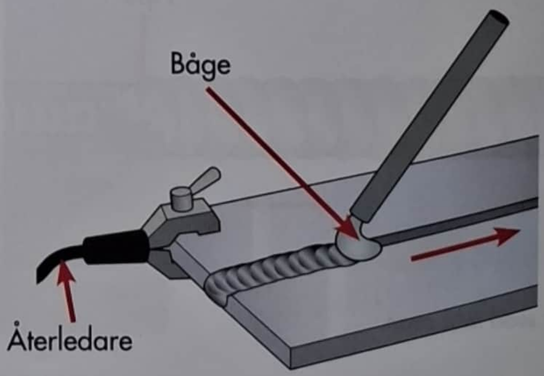
Magnetisk blåsverkan böjer av bågen vid plåtkanterna.



Magnetisk blåsverkan böjer av bågen vid godsansamling.



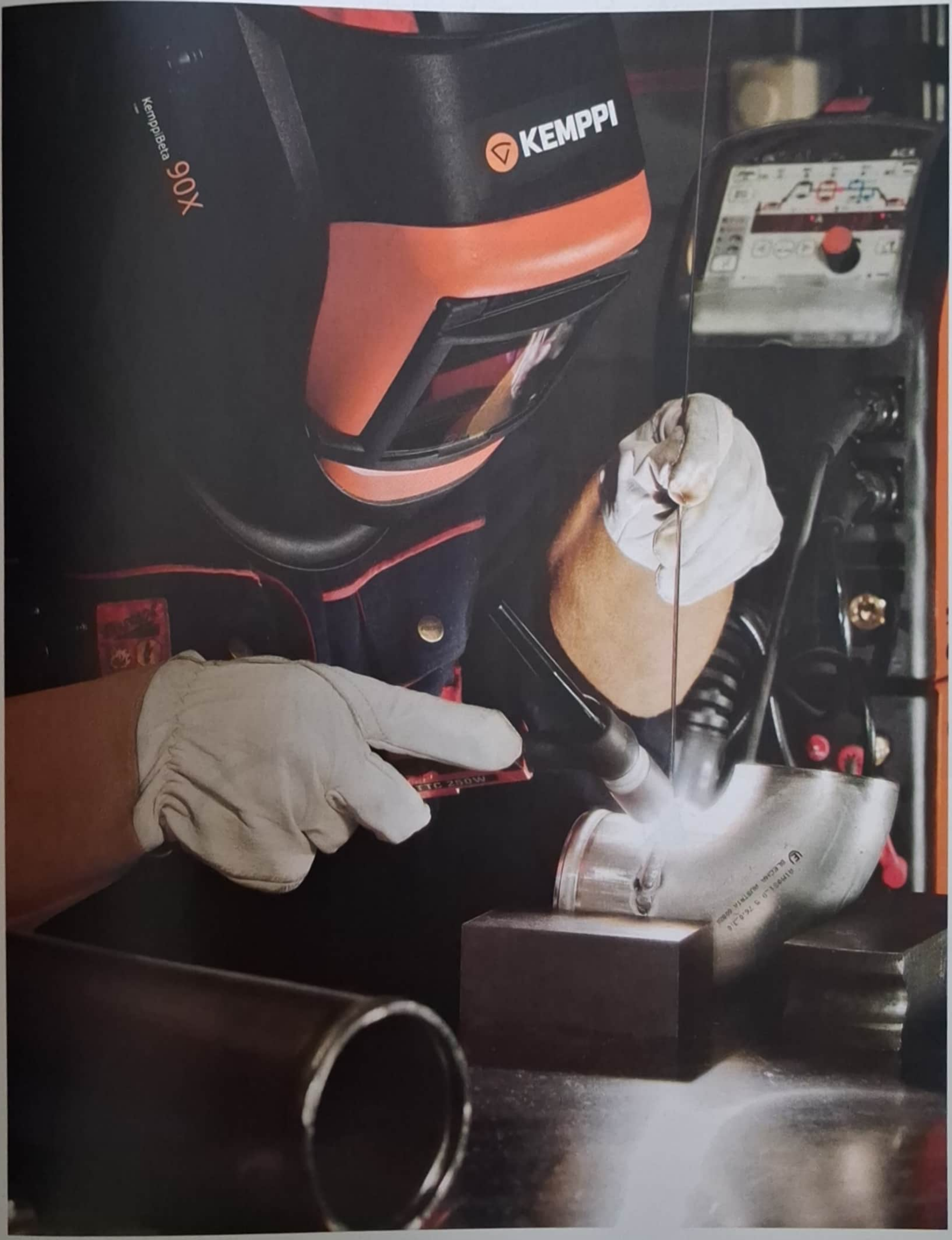
För att motverka magnetisk blåsverkan ändras elektroden lutning enligt figuren.



Ett annat sätt att motverka magnetisk blåsverkan är att flytta på jordklamman till en annan plats på svetsobjektet. Här får man prova sig fram för att se om det löser problemet.

TIG-svetsning

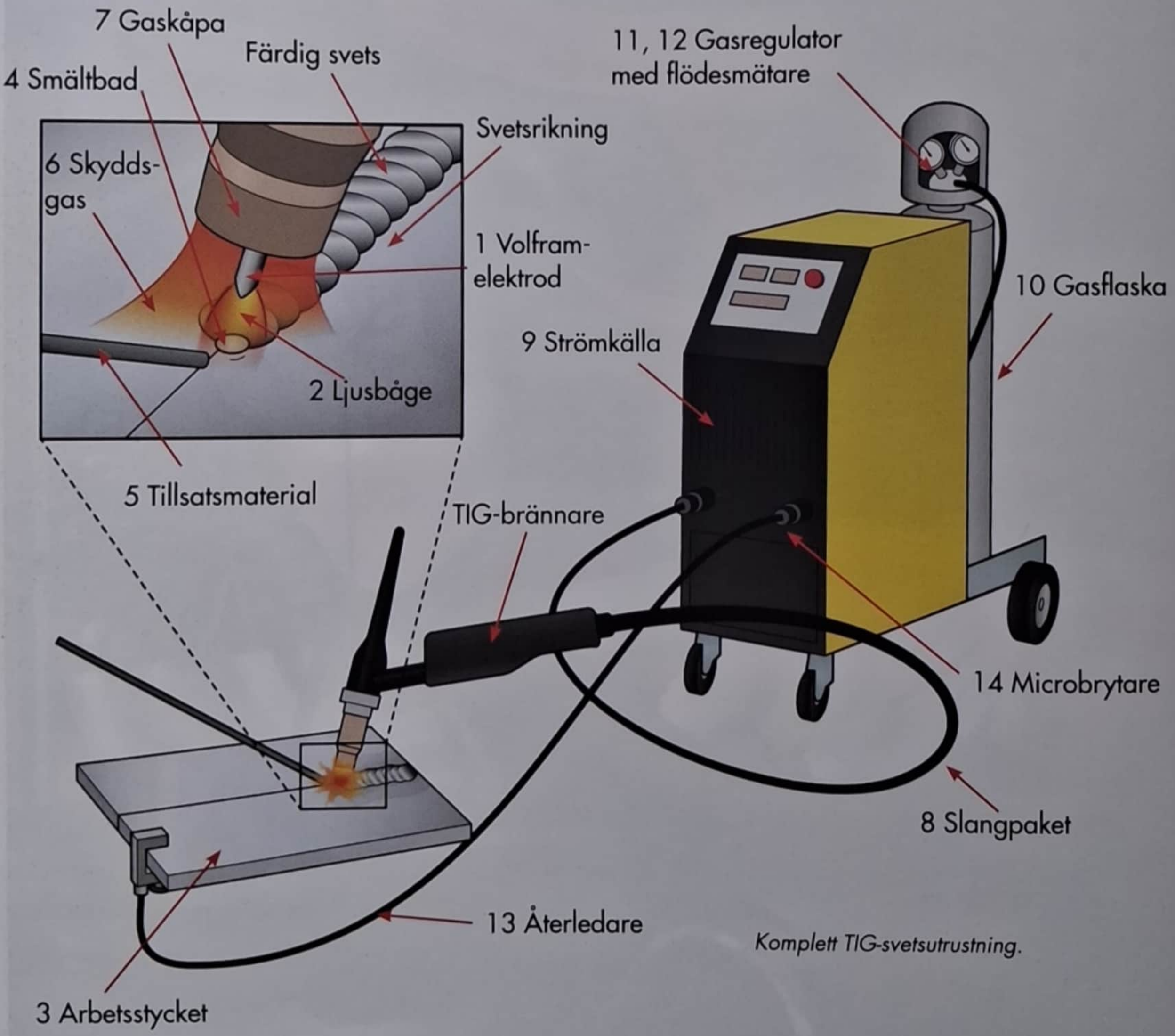
TIG-svetsning är en svetsmetod som ger en hög kvalitet på svetsförbandet. Du får veta principen för TIG-svetsning och dess användningsområden. Du får också reda på vilken utrustning du behöver och hur det går till att svetsa med TIG.



Skannat med CamScanner

Principen och utrustning för TIG-svetsning

TIG-svetsning sker med volframelektrod (**1**) som inte smälter i ljusbågen (**2**). Ljusbågen brinner mellan volframelektroden och arbetsstycket (**3**). Ett smältbad (**4**) bildas och svetsställets fogytor smälts samman. Om tillsatsmaterial (**5**) används tillförs detta direkt till smältan. Volframelektroden, ljusbågen och smältan skyddas av skyddsgasen (**6**) som strömmar ut ur gaskåpan (**7**). TIG-brännaren är ansluten till ett slangpaket (**8**). Utrustningen som används för TIG-svetsning är en strömkälla (**9**) med en gasflaska (**10**) som är försedd med en gasregulator (**11**) med flödesmätare (**12**). En återledare (**13**) ser till att det blir en sluten elektrisk krets. TIG-brännaren har en microbrytare (**14**) för på- och avstängning av svetsström och skyddsgas.



Komplett TIG-svetsutrustning.

Skannat med CamScanner

Användningsområden för TIG-svetsning

TIG-metoden (Tungsten Inert Gas) går att tillämpa på praktisk taget alla svetsbara material och ger ett mycket rent svetsgods av hög kvalitet. En inert gas är inte kemiskt aktiv i processen, vilket gör att metoden inte ger någon slagg och den färdiga svetsen behöver med andra ord inte slaggas. Ett stort användningsområdet är svetsning av rostfria stål och aluminium. Metoden är mest lämpad för tunna material, vanligen 0,5–5mm godstjocklek. Vid godstjocklekar på över 5 mm används ofta svetsmetoder som är snabbare och därmed också mer ekonomiska. Kvaliteten på TIG-svetsade produkter blir mycket hög och används därför ofta där det är höga krav, t.ex vid underhåll inom flyg-, kärnkrafts- och livsmedelsindustrin. Metoden är också lätt att automatisera.

Exempel på TIG-svetsning av rostfria rör.

Gas	Kemiskt tecken
Argon	Ar
Helium	He
Hydrogen	H
Nitrogen	N

Att välja gas

Vanligen används argongas vid TIG-svetsning. Helium kan också användas eller blandningar mellan helium och argon. Det finns också specialgaser för t.ex vissa rostfria stål.

Skannat med CamScanner

Tillsatsmaterial

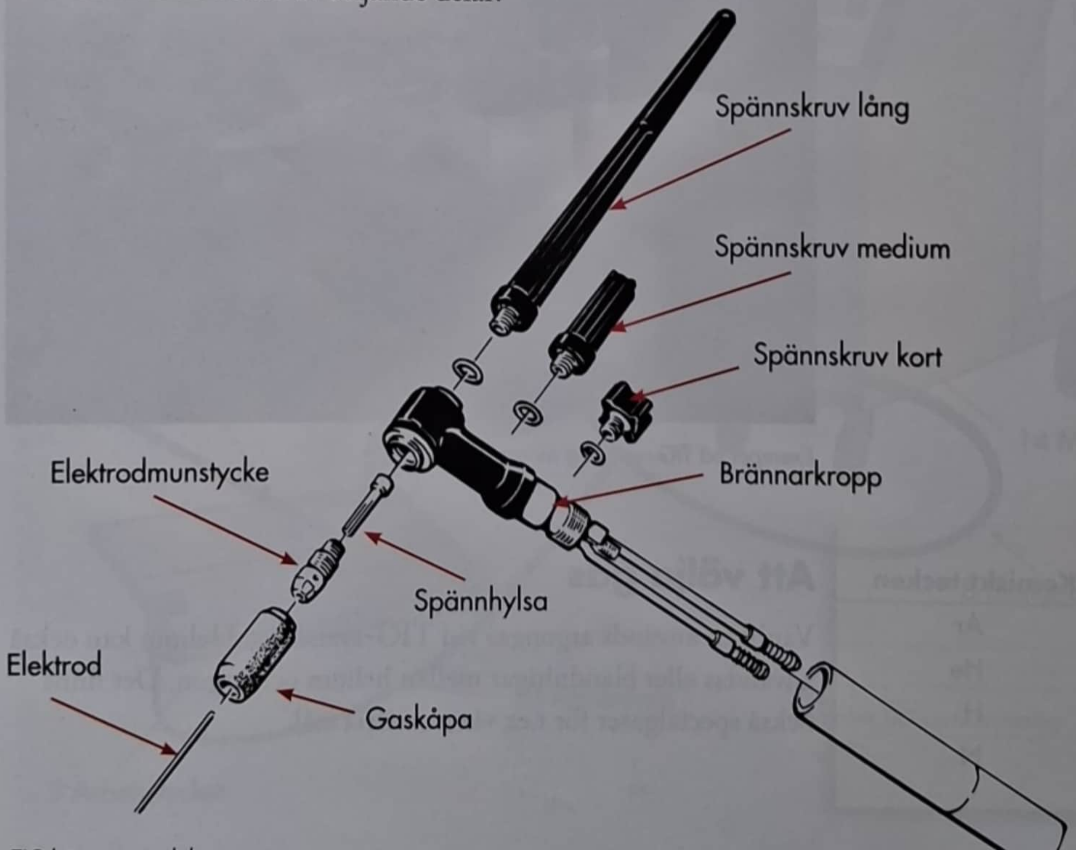
Vid TIG-svetsning används ett artlikt tillsatsmaterial. Tillsatsmaterialet levereras vanligen klippt i längder på 1 m. Vanliga diametrar är Ø 1,6 mm, Ø 2,0 mm, Ø 2,4 mm, Ø 3,2 mm och Ø 4,0 mm.

Strömtyp och polaritet

TIG-svetsning kan ske med både likström och växelström. Likström används för alla metaller förutom aluminium och magnesium. Lättmetaller bildar oftast en svårsmält oxid och då svetsar man istället med växelström. Växelströmmens positiva del av sinuskurvan hjälper till att bryta upp lättmetallernas oxidhinna. Vid svetsning av likström (DC) används minuspol för TIG-brännaren. Vid svetsning med växelström behöver inte TIG-brännarens slangpaket byta plats på strömkällan utan sitter kvar vid minuspolen. Strömkällor för växelström (AC) har en omkopplare för AC/DC.

TIG-brännaren

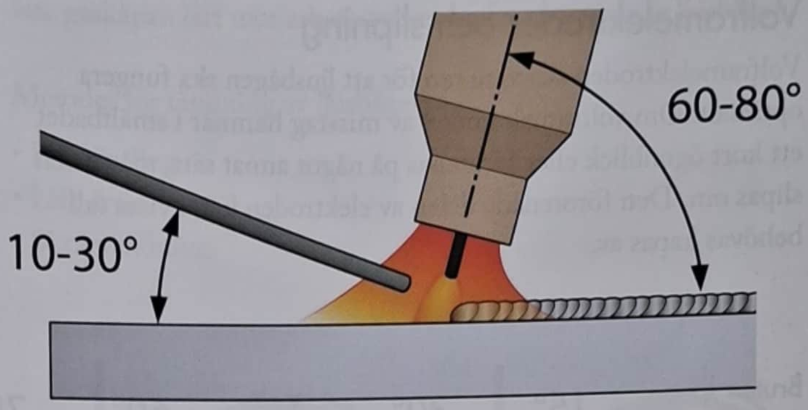
TIG-brännaren består av följande delar:



TIG-bännarens delar

Vinklar på tillsatsmaterial och TIG-brännare

Frånsvetsning används för manuell TIG-svetsning. Med det menas att ljusbågen är vinklad från den färdiga svetsen. Frånsvetsning gör att det är enklare att se smältan under svetsning. Vanliga vinklar är ca 70–80 grader. Lutas gaskåpan för mycket riskeras gasskyddet att bli sämre. 90 grader är en vanlig vinkel att använda mellan volframelektroden och tillsatsmaterialet.



Svets sedd från sidan, frånsvetsmetoden används.

Inmatning av tråd i smältan

Man kan ta ett nytt grepp om tillsatsmaterial vid varje stopp om TIG-svetsningen sker i korta etapper. Om svetsningen sker längre sträckor är det enklare att mata fram tillsatsmaterialet med fingrarna.

TIG-svetsning där svetsobjektet är fastspänt i en fixtur. Att lära sig mata fram tillsatsmaterialet med fingrarna underlättar svetsningens utförande och färre stopp behöver göras.

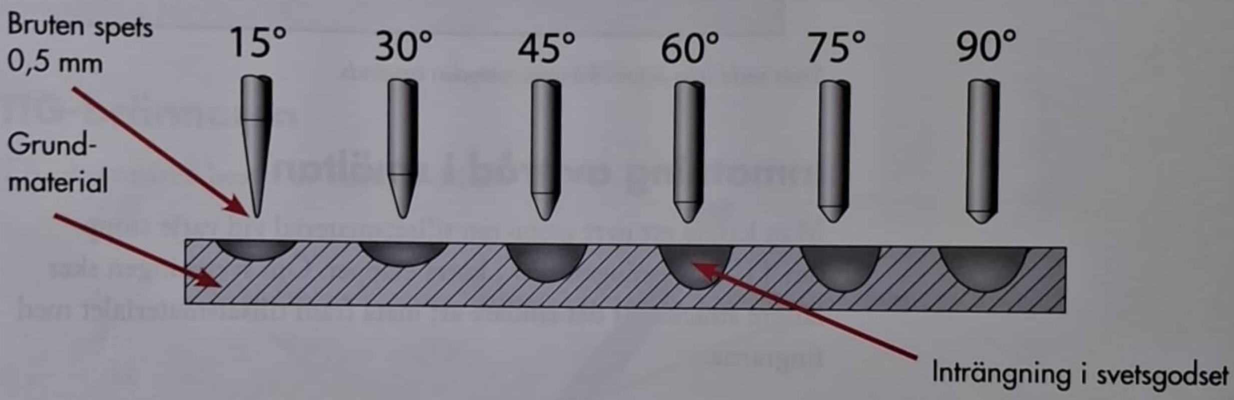
Skannat med CamScanner

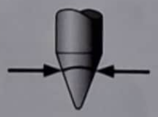
Volframelektroder

Olika material kräver olika volframelektroder. Det finns många olika typer och för svetsning av stål väljs vanligen en volframelektrod legerad med 2% thorium. För svetsning av aluminium väljs däremot en ren volframelektrod. Elektrodtillverkarna har egna rekommendationer av volframelektroder. Är en viss elektrod angiven i svetsdatablad, WPS, så ska den användas.

Volframelektroder och slipning

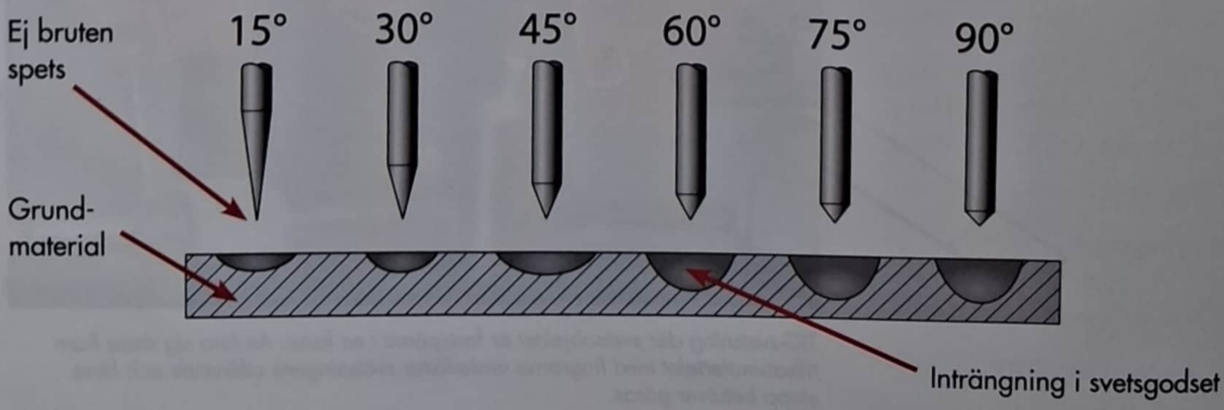
Volframelektroden ska vara ren för att ljusbågen ska fungera optimalt. Om volframeletroden av misstag hamnar i smältbadet ett kort ögonblick eller förorenas på något annat sätt, måste den slipas om. Den förorenade delen av elektroden kan i vissa fall behövas kapas av.





TIG-elektrod Ø 2,4 mm med 2 % thorium.

TIG-elektrodens spetsvinkel



Skannat med CamScanner

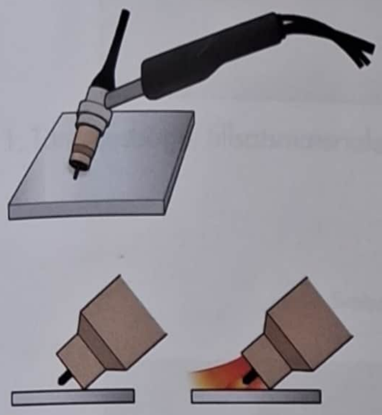
Så här går det till att TIG-svetsa

Tända ljusbågen

Ljusbågen tänds genom att hålla TIG-brännarens volframelektrod på ett lämpligt avstånd 3-6 mm från arbetsstycket. Det är bra att hålla samma avstånd under både tändandet och svetsning. När du trycker in microbrytaren på TIG-brännaren startar strömkällans HF-tändning och ljusbågen tänds. Det svårt att hålla volframelektroden stilla med så små avstånd. Man kan dock luta gaskåpan lätt mot arbetsstycket under tändning av ljusbågen.

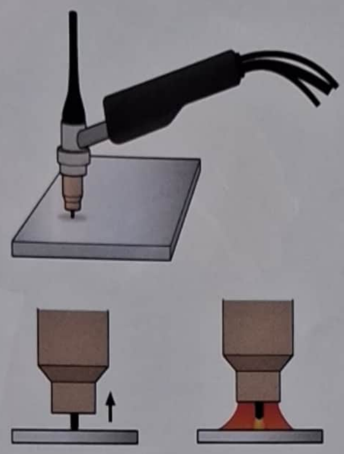
Metoder för tändning av ljusbågen:

- HF-tänding.
- Lift-arc.
- Skraptändning.



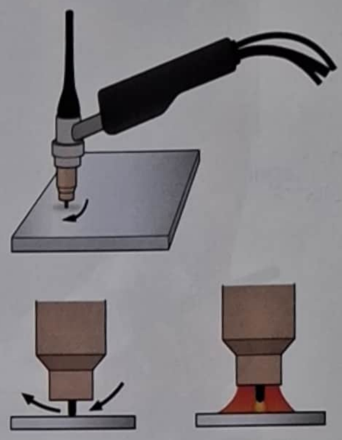
HF-tändning

1. Placera gaskåpan mot arbetsstycket vid avsedd startpunkt. Tänk på att volframelektroden inte får vara i kontakt med arbetsstycket. Lämpligt avstånd mellan volframelektroden och arbetsstycket kan vara ca 5 mm.
2. Starta ljusbågen genom att trycka in/aktivera mikrobrytaren på TIG-brännaren.
3. Ljusbågen startar.
4. Lyft nu gaskåpan försiktigt från arbetstycket och påbörja svetsningen.
5. Justera ljusbågens längd till 3–6 mm.



Lift-arc

1. Placera volfram med full kontakt mot arbetsstycket vid avsedd startpunkt.
2. Tryck in/aktivera mikrobrytaren på TIG-brännaren.
3. Lyft volframelektroden från arbetsstycket.
4. Ljusbågen startar.
5. Justera ljusbågens längd till 3–6 mm.



Skraptändning:

1. Skrapa försiktigt volframelektroden mot arbetsstycket vid avsedd startpunkt.
2. Jusbågen startar.
3. Justera ljusbågens längd till 3–6 mm.

Skannat med CamScanner

Under svetsning

Det är viktigt att hålla samma avstånd (ljusbågslängd) under hela svetsförloppet för en jämn svets. Även ojämn svetshastighet ger en ojämn svets. Förorenad volframelektrod måste bytas ut. Om tillsatsmaterial används är det också viktigt att trådmatningen sker med jämna intervall.

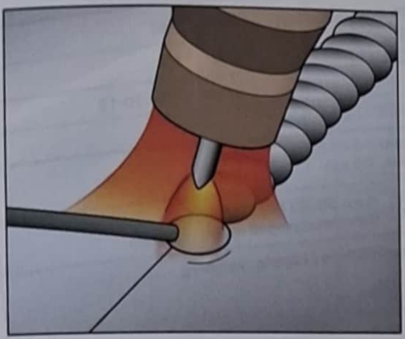
TIG-svetsning av lyftögla i stål. Som nybörjare är det vanligt att av misstag "doppa ner" TIG-brännarens volfram elektrod i smältbadet. Elektroden ska då slipas om för att ge en bra ljusbåge.

Skannat med CamScanner

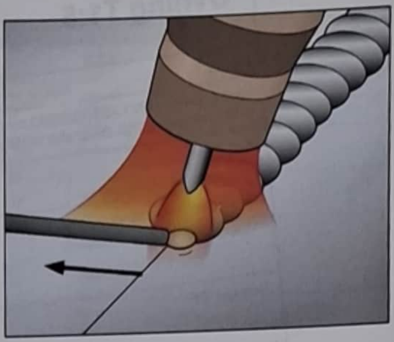
Svetsavslut

Det är mycket lätt att få en pipe vid svetsavslut vid TIG-svetsning. Strömkällorna är därför försedda med ett system som heter ”slope down”. Det är en inställning för hur lång tid svetsströmmen ska sjunka ner från svetsnivån till noll. 4-8 sekunder är vanligt, men det varierar beroende på svetssmältans storlek. Finns det ingen "slope down"- funktion på strömkällan sker istället en manuell nedtoning av svetsströmen för att succesivt minska dess storlek. För att hjälpa smältan att kylas ner brukar tillsatsmaterial matas in i smältan just vid svetsavslut.

Svetsavslutning med slope down-funktion på strömkällan.

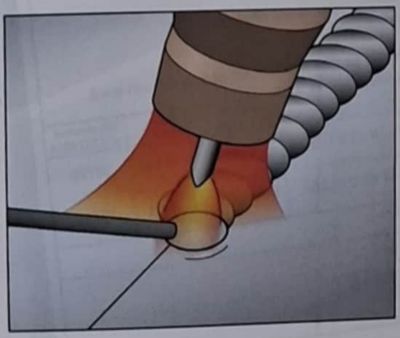


1. Tänd ljusbåge, tillsatsmaterialet matas in i smältan.

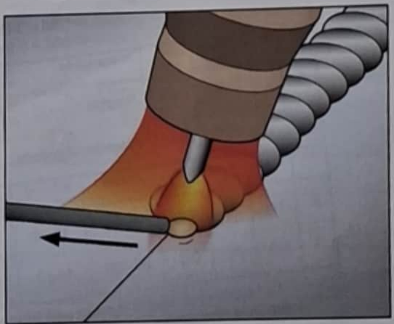


2. TIG-brännarens microbrytare stängs.

Svetsavslutning utan slope down-funktion på strömkällan.

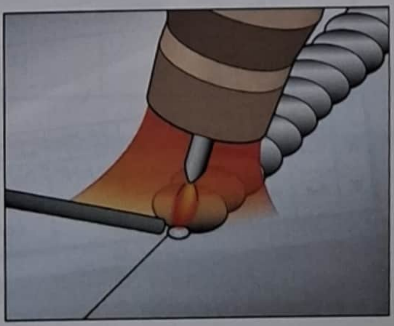


1. Tänd ljusbåge, tillsatsmaterialet matas in i smältan.



2. Släck 1–3 sek.

3. Tänd ljusbågen.



4. Släck 2–4 ggr.

Skannat med CamScanner

Svetsdatablad, WPS

Svetsdatablad som också kallas för WPS, är svetsarens arbetsbeskrivning på hur ett visst svetsförband ska utföras. Du får information om vilka uppgifter som finns med i ett svetsdatablad. För vissa industriella arbeten är det också viktigt ur säkerhetssynpunkt att svetsningen sker i enlighet med avsett svetsdatablad. Haverier har inträffat p.g.a. felaktig svetsning.

Övning T1:5

Welding procedure specification WPS

Metod: 141
Sida: 1/1
Utgiven av: T. Hällman
Datum: 2013-10-15

Baserad på IIW Guideline 02/17/07-2013

Material rostfritt: EN 1.4301/SS2333 eller motsvarande — Godstjocklek: 1,5-2 mm
Material olegerat: S 235 JRG2 eller motsvarande — Godstjocklek: 2-3 mm

Min. arbetstemperatur: – °C
Mellansträngstemperatur: – °C

Kvalitetsnivå (svetsklass): B enl. SS-EN ISO 5817
Genomsvetsning till rotsidan ej tillåten.

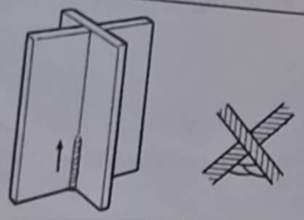
Hantering av tillsatsmaterial:
Enligt tillverkarens instruktioner.

Fogberedning: Klippning / kapning / rengöring
Slaggning:

Svetsläge: PF

Rotstöd: —
Fixtur: —

Häftning: Med TIG
Min temp: —
Häftlängd: —



a-mått = 3 för enkelsträng
a-mått = 5 för tre strängar

Anm: Alt. A: Rostfritt grundmaterial och tillsatsmaterial.
Alt. B: Olegerat eller låglegerat grundmaterial och tillsatsmaterial.

Lämplig plåtdimension: 250 × 25 mm.

3 st plåtar häftas enligt bilden vilket ger 4 st kälsvestsar

Prova att svetsa så att a = måttet blir både a = 3 och a = 5

Alt.	Sträng	Svets-läge	Svets-metod	Tillsatsmaterial	Dimension diam mm	Klassificering	Gas enligt SS-EN 439	Flöde l/min	TIG-elektrod enl. ISO 6848
A	1-n	PF	141	Rostfritt *	ø 1,6	SS-EN 12072 – W 19 9 L Si	I (Argon)	6-10	WT20
B	1-n	PF	141	Olegerat/låglegeral	ø 2,0	SS-EN 1668 – W 42 2 W 2Si	I (Argon)	6-10	WT20

Alt.	Sträng	Svets-läge	Ström Polaritet	Ampere	Spänning Volt	Svetshastighet mm/min	Sträckenergi kJ/mm	Anm.
A	1-n	PF	DC-	65-75	10-12	60-70	0,56-0,90	
B	1-n	PF	DC-	95-105	11-13	50-70	0,89-1,63	

Anm: * Vid svetsning av rostfritt material som innehåller molybden (syrafast) används tillsatsmaterial som innehåller molybden.

Fyll rutorna som är markerade med en asterisk *

Alt.	Sträng	Svets-läge	Svets-metod	Tillsatsmaterial	Dimension diam mm	Klassificering	Gas enligt SS-EN 439	Flöde l/min	TIG-elektrod
A	1-n	PF	141	*	*	*	*	*	*
B	1-n	PF	141						

Alt.	Sträng	Svets-läge	Ström Polaritet	Ampere	Spänning Volt	Svetshastighet mm/min	Sträckenergi kJ/mm	Anm.
A	1-n	PF	DC-	*	*	*		
B	1-n	PF	DC-					

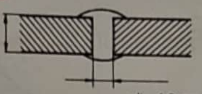
Skannat med CamScanner

Styrning av svetsning med hjälp av svetsdatablad

Vid industriell svetsning vill företagen naturligvis att resultatet ska bli bra även om det är flera olika personer som svetsar. För att underlätta detta används svetsdatablad där alla uppgifter finns, som svetsaren behöver. Då vet svetsaren hur arbetet ska utföras på ett korrekt sätt utan att först behöva provsvetsa på en skrotbit. Finns det inget svetsdatablad får man prova sig fram på en skrotbit innan det blir "skarpt läge", dvs. innan den egentliga svetsningen påbörjas.

ÖVNING 1:1 WPS	Welding procedure specification WPS	WPS nr: M 3.1.2
		Sida: 1/1
	Utgiven av: T. Hällman	Datum: 2013-06-15

Baserad på WPAR nr. –

Grundmaterial: S 235 JRG2 eller motsvarande olegerat stål ❶	Godstjocklek: 1–3 mm 2 mm rekommenderas
Min. arbetstemperatur: – °C Mellansträngstemperatur: – °C	Kvalitetsnivå: (svetsklass) ISO 5817:B
Hantering av tillsatsmaterial: Enligt tillverkarens instruktioner	Fogberedning: Klippning/kapning Slaggning:
Svetsläge: PA ❷	Rotstöd: — Fixtur: —
❸ 	Häftning: med MAG Min temp: — Häftlängd: — Antal strängar: — Antal per m: — Svetsläge: — Mejsling: — Anm: Svetsning med en sträng från en sida (ss = singelside). Svetsas med kortbåge.

Sträng	Svets-metod	Tillsatsmaterial	Dimension mm	Beteckning enligt SS-EN440	Skyddsgas	Gasflöde l/min
1	135	Trådelektrod ❹	ø 0,8	G2Si/G3Si1	CO_2 ❺	10–15

Sträng	STRÖM Polaritet	Ampere	Trådmatning m/min	Kontr. avst. mm	Spänning Volt	Svetshastighet mm/min	Energi kg/mm	Anm.
1	DC+	65–80	4,0–5,0 ❻	10–15	16–18,5 ❼	300–400 ❽	0,16–0,30 ❾	

Anm:

Fyll rutorna som är markerade med en asterisk *

Sträng	Svets-metod	Tillsatsmaterial (Fabrikat, typ)	Dimension mm	Beteckning enligt SS-EN 440	Skyddsgas enligt SS-EN 439	Gasflöde l/min
1	135	*		*	*	*

Sträng	STRÖM Polaritet	Ampere	Trådmatn. m/min	Kont. avst. mm	Spänning Volt	Svetshastighet mm/min	Energi kJ/min	Anm.
1	DC+	*	*	*	*	*	*	

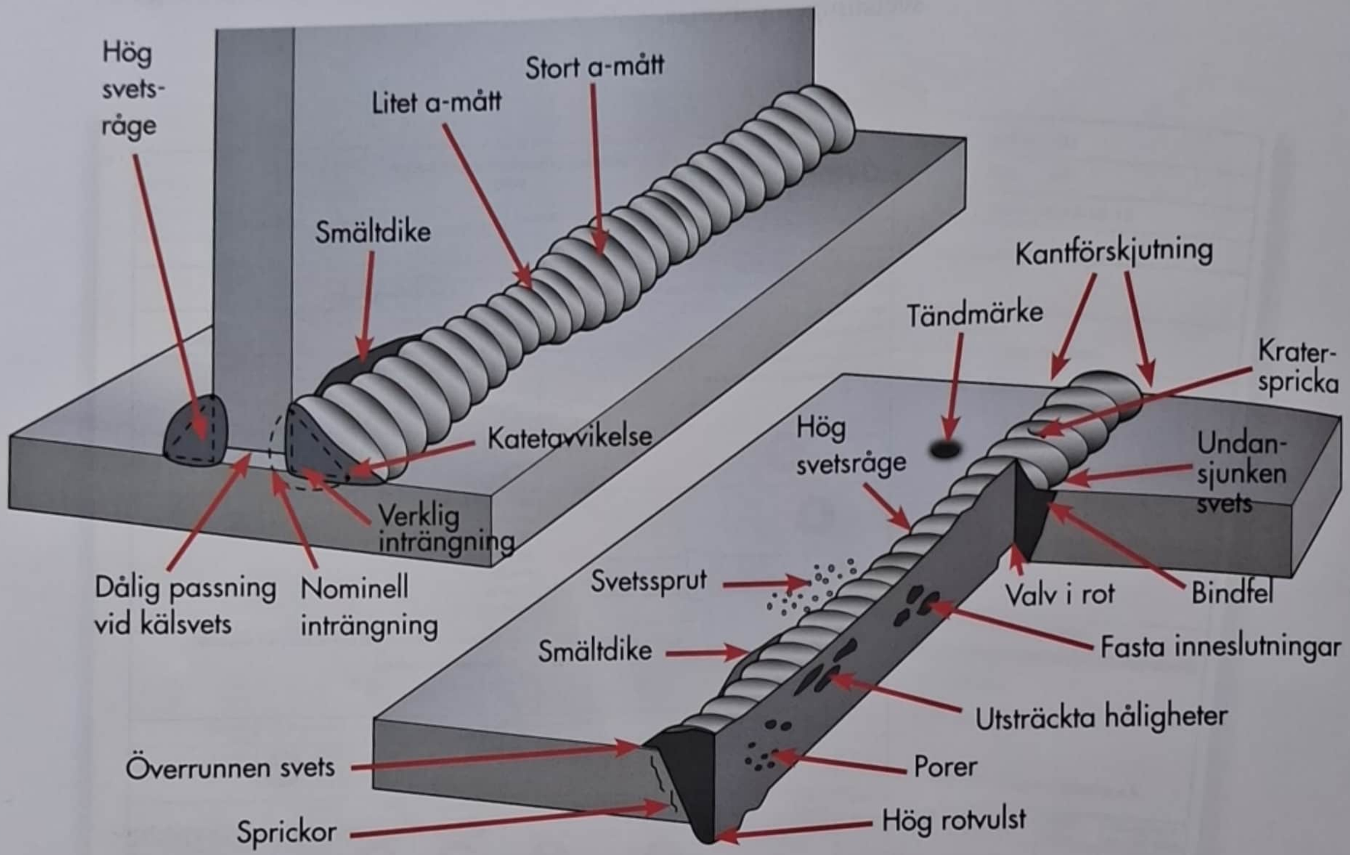
Viktiga uppgifter i en WPS för MIG/MAG-svetsning är:

- ❶ *Vilket material som ska svetsas*
- ❷ *Svetslägen*
- ❸ *Fogtyp*
- ❹ *Tillsatsmaterial*
- ❺ *Skyddsgas*
- ❻ *Svetsströmmen (elektrodmatning)*
- ❼ *Spänning*
- ❽ *Svetshastighet*
- ❾ *Vilken sträckenergi som ska tillföras materialet*

Skannat med CamScanner

Kontroll av svetsförband

Efter svetsning kan en svets/ett svetsförband kontrolleras om det uppfyller kraven. Man kan t.ex. kontrollera om en svetslagning är tillräcklig stark. Det vanligaste sättet är att att utföra en visuell kontroll. Beroende på vilken produkt det är kallas det för ”syning”, ”visuell bedömning” eller ”okulär besiktning”. Man tittar på svetsförbandet för att se om det är tillräckligt bra och uppfyller ställda krav. Detta är en ”oförstörande provning” av svetsförbandet.



Diskontinuiteter och formavikelser i käl- och stumsvets.

Det finns internationella standarder för visuell kontroll av svetsförband. Den vanligaste standarden är SS-EN ISO 5817. I den standarden anges tre olika kvalitetsnivåer på svetsen. Nivåerna är B, C och D. Nivå C den mest använda kvalitetsnivån.

- B är kvalitetsnivån med höga krav.
- C är kvalitetsnivån med normala krav.
- D är kvalitetsnivån med låga krav.

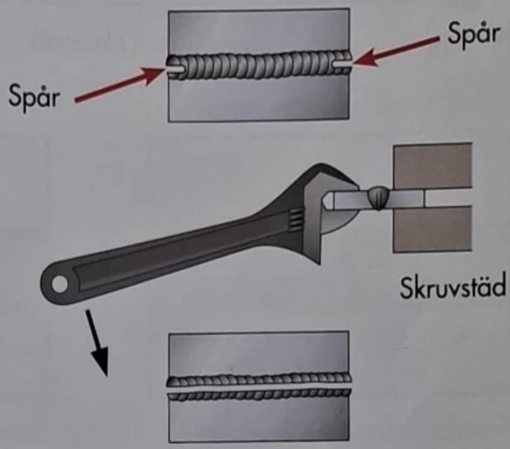
Vid industriell svetsning anges vilken kvalitetsnivå svetsförbandet ska ha i ritningsunderlaget eller i en produktspecifikation. Kvalitetsnivån anges också ofta direkt i ett svetsdatablad. Svetsdatablad är samma sak som WPS, welding procedure specification.

Skannat med CamScanner

Rent praktisk går det till så att du får titta i svetsdatabladet eller den internationella standarden och se om du har några otillåtna felaktigheter på svetsen.

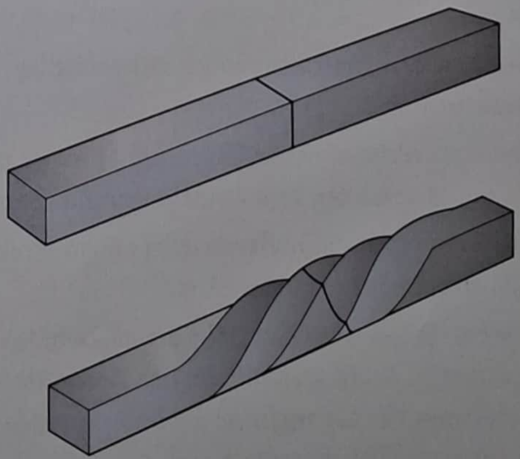
Vid svetsning hemma och utan tillgång till standarder är det viktigt att använda sig av sunt förnuft. Kommer svetsförbandet att fylla sin funktion? Om du är osäker, chansa inte om det finns någon som helst risk för att en olycka ska inträffa.

Ett bra sätt att kontrollera om ett svetsförband är tillräckligt starkt är att utföra en ”förstörande provning”. Du förstör helt enkelt detaljen genom att bryta, dra eller vrida sönder den. Har du t.ex. svetsat ihop två plåtar kan du skruva fast plåten i skruvstycket. Böj plåtarna med hjälp av en hammare eller skiftnyckel över svetsen. Om svetsen spricker direkt är svetsen för svag. Går det att böja svetsen mycket innan den börjar spricka är svetsen stark.



Principen för brytprovning.

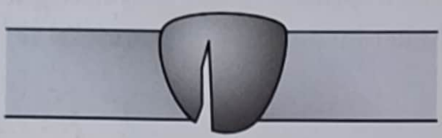
Ett beprövat sätt att kontrollera om en typ av lödning är tillräckligt stark är att löda fast en mutter på en tunn stålplåt och sedan fästa plåten i ett skruvstycke och med en skiftnyckel dra en skruv genom muttern rakt igenom plåten.

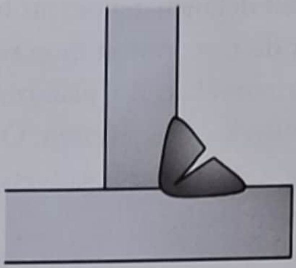


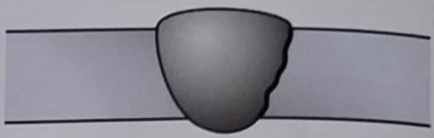
Hårdlödning av fyrkantstång som sedan vrids för att se att den håller.

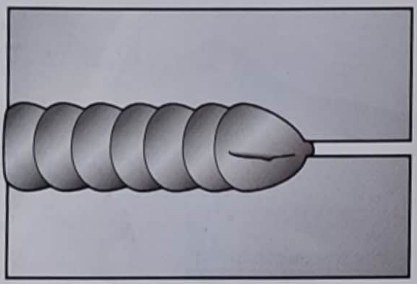
Svetsfel

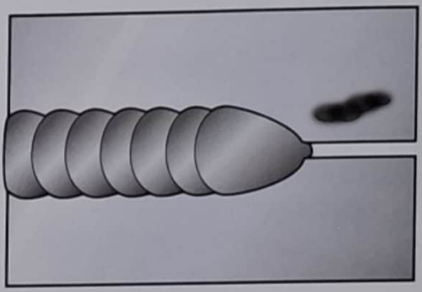
En ”diskontinuitet” är något som gör att en svets inte är homogen, t.ex. slagg, porer eller sprickor i svetsförbandet. En ”formavvikelse” är när en svets inte har en perfekt form, t.ex. en hög svetsråge eller ett smältdike. En svets får ha både diskontinuiteter och formavikelser till en viss grad. Det blir inte ett ”svetsfel” förrän det bedöms att svetsförbandet har en diskontuitet eller formavvikelse som gör att förbandet inte uppfyller de krav som är ställda på svetsförbandet.


Spricka i stumsvets


Spricka i kälsvets


Bindfel


Kraterspricka


Tändmärke

Hur ska man undvika de vanligaste svetsfelen?
Det viktigaste är att förbereda sig väl. En kort checklista följer nedan.

- Fogen ska vara ren.
- Rätt tillsatsmaterial (och i förekommande fall rätt skyddsgas).
- En fungerande svetsutrustning och rätt personlig skyddsutrustning.
- Ta fram rätt svetsparametrar. Testa alltid först på en skrotbit. Då ser du också om svetsutrustningen fungerar bra.
- Använd fixtur, tving, skruvstycke eller annan utrustning för att hålla fast detaljerna på rätt plats.
- Gyllene regeln vid svetsning: ”Blir det något fel – sluta svetsa direkt”! Då blir felet mindre och lättare att laga. Att fortsätta svetsa när något blir fel ger mer svetsgods som måste repareras eller slipas bort.

Skannat med CamScanner

Hälsa och Säkerhet

Svetsning kan orsaka skador för både den som utför svetsningen och för omgivningen. Därför är det viktigt att skydda både sig själv och omgivningen när svetsning utförs. Det gäller också för termisk skärning som t.ex. skärning med oxy-acetylen gas. I detta kapitel får du information om hälsa och säkerhet vid svetsning och skärning.

Skannat med CamScanner

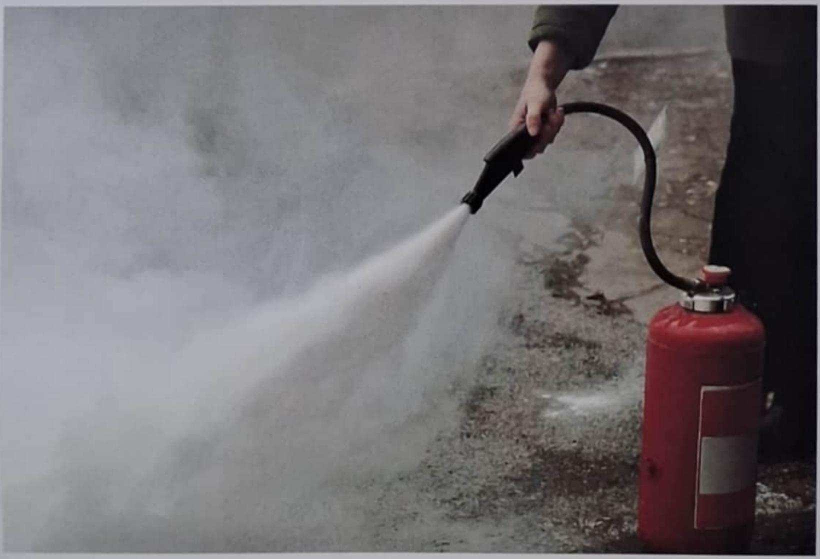
Risker vid svetsning

- Brand och explosion (acetylen/oxygen alternativt gaser)
- Svetstänk/slagg samt heta arbetsstycken
- Elström
- Strålning
- Buller
- Luftföroreningar (rök och gaser)

Brand och explosion

Svets- och skärarbeten är en vanlig orsak till bränder och personskador. Svetsloppor och heta ytor uppstår vid svetsning och vid kontakt med en het yta antänds en blandning av acetylen och luft redan vid en så låg temperatur som 300 ^{0}C. Det finns en explosionsrisk hos blandningar mellan bränngaser och luft redan vid 2 % inblandning av bränngas. En ökning av luftens syrehalt med 3 % ger en fördubbling av förbränningshastigeten. Tänk på att:

- Syrgas får inte användas för att blåsa rent kläder eller ventilation.
- Kyl inte med syrgas.
- Smörj aldrig utrustning och kopplingar för syrgas med olja eller fett.
- Kopplingar för gas ska vara åtdragna och täta.
- Gasutrustning ska vara säkert monterad utan tipprisk.
- Slangar skyddas mot heta föremål och mekaniska skador.
- Använd endast felfri utrustning.
- Ha aldrig olja eller fett på händerna vid arbete med syrgas.
- Det förekommer både svetsstänk och slagg. Tänk på att en ögonskada kan vara en skada för livet.



Utrustning för brandskydd ska alltid finnas när svetsningsarbeten utförs.

Skannat med CamScanner

Elektrisk ström

Elektrisk ström verkar på många olika sätt. Vid en olycka kan elektrisk ström ledas genom kroppen och orsaka:

- Muskelkramper
- Oregelbunden hjärtverksamhet
- Hjärtstillestånd respektive hjärtkammarflimmer

Utbildning i akut sjukvård/första hjälpen räddar liv varje år.

Strålning

Strålningen kan delas in i tre grupper:

- Ultraviolett strålning (UV)
- Synligt strålning (synbart ljus)
- Infraröd strålning (IR)

Vid bågsvetsning uppstår alla typer av strålning från ljusbågen och vid gassvetsning och gasskärning uppstår IR-strålning och synlig strålning från gaslågan.

Skannat med CamScanner

Buller

Buller från svetsande verksamhet uppstår ofta vid slipning, slaggning och hantering av arbetsobjekt. Avskärmande väggar och ljuddämpande maskiner samt ändrade arbetsrutiner kan minska bullernivåerna. Om man kontinuerligt vistas i en bullrig miljö som överstiger 80 dbA, riskerar man att få hörselskador om man inte använder hörselskydd. Vid höga impulsljud på uppemot 140 dbA, (t.ex. ljudet från en tryckluftsborr) kan det räcka med ett enda tillfälle för att hörseln ska skadas permanent.

Vid minsta risk för bullerskador ska alltid hörselskydd användas.

Luftföroreningar (rök och gaser)

Vid svetsning bildas svetsrök som innehåller en blandning av olika gaser och mikroskopiskt små fasta partiklar. Den höga temperaturen i ljusbågen och smältan gör att metaller till en viss del förångas. Resultatet blir små metallpartiklar som följer med i svetsröken. Det sker också kemiska reaktioner mellan ämnen i elektrodhöljet, metallångor, eventuell ytbelägning på arbetstycket och omgivande luft. Vilka föroreningar som svetsröken innehåller och hur mycket rök som bildas beror på:

- Vilken svetsmetod som används.
- Vilket grundmaterial som svetsas.
- Vilket tillsatsmaterial som används.
- Hur stor svetsström som används.
- Om växelström eller likström används.
- Om arbetsobjektet har någon ytbeläggning (t.ex. zink).

Ämnen som finns i svetsarens andningszon kan vara:

- Järnoxider som kan orsaka hosta och irritation i luftvägar.
- Ozon som irriterar luftvägar och lungor.
- Kolmonoxid som kan påverka blodets syreupptagningsförmåga.
- Aluminium, mangan och bly som kan påverka nervsystemet.
- Zink som kan orsaka zinkfrossa.
- Nickeloxider som kan orsaka cancer.

Skannat med CamScanner

Punktutsug och allmän ventilation

Ett effektivt sätt att suga ut svetsrök är att använda punktutsug som tar upp svetsröken så nära ljusbågen som möjligt. En lokal där svetsning pågår bör också ha tillräcklig allmän ventilation för att kunna ventilera bort den svetsrök som inte tas om hand av punktutsugen. Det finns olika typer av punktutsug, se nedan.

Vid utformning av arbetsplatser ska dessa vara så flexibla att alla objekt som ska svetsas, ska kunna svetsas i en god arbetsmiljö.

Skannat med CamScanner

Elektromagnetiska fält

Elektromagnetiska fält kan ge skador. För svetsaren är det främst svetskablarna som avger starkast magnetfält. Vissa strömkällor avger också starka magnetfält. Personer med pacemaker bör inte vara för nära magnetfält. Ett magnetfält minskar kraftigt med avståndet från källan. Åtgärder som kan vidtas för att minska risken för skador är:

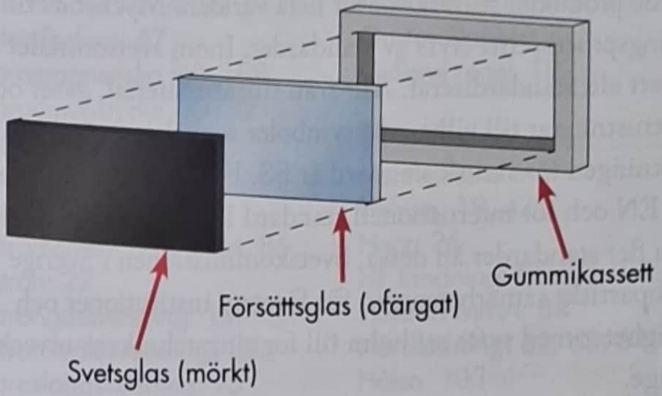
- Svetsledaren och återledaren bör följas åt så långt det är möjligt. Strömmen går åt olika håll och tar ut varandra.
- Låt aldrig svetsledaren hänga över axeln eller ligga i knät.

Personlig skyddsutrustning

Eftersom svetsning sker vid höga temperaturer och skador förekommer, ska en personlig skyddsutrustning användas. I personlig skyddsutrustning ingår allt som visas på bilden nedan.

Skannat med CamScanner

Svetshjälmen ska användas för att skydda ögonen och ansiktet mot strålning och svetsblänk. Ett alternativ är att använda en svetsskärm, men då bör den kombineras med skyddsglasögon. Svetshjälmar är försedda med ett mörkt glas, ett svetsglas. Svetsglaset uppgift är att filtrera bort UV-ljus och IR-strålning. Endast synligt ljus får passera genom svetsglaset. Täthetsgraden anges som ett DIN-tal. Ett högre DIN-tal ger ett mörkare svetsglas. För manuell bågsvetsning är DIN 10–12 vanligast. För gassvetsning är DIN 5–6 vanligast. Automatiska svetsglas mörknar automatiskt när ljusbågen tänds. Önskat DIN-tal kan ställas in.



Svetshjälm med friskluftstillförsel

En svetshjälm med friskluftstillförsel är en svetshjälm som tillförs renad och sval luft. Det bildas ett lätt övertryck i svetshjälmen som gör att det inte kommer in svetsrök i svetsarens andningszon.

Friskluftsmask är ett utmärkt skydd. Här vid svetsning av plåt med manuell metallbågsvetsning.

Skannat med CamScanner

Arbetsmiljöverket

Arbetsmiljöverket är den myndighet som är ansvarig för regler och förordningar för arbetsmiljön. Kontroller på arbetsplatser sker regelbundet. På lokal nivå på verkstäder och skolor har skyddsombuden en mycket viktig roll. Ett skyddsombud har både rättigheter och skyldigheter att stoppa skadliga arbeten.

Standarder för svetsområdet

Systemet med internationella standarder

Svetsade produkter tillverkas över hela världen. Mycket av tillverkningsprocesserna styrs av standarder. Inom svetsområdet är i stort sett allt standardiserat. Allt från tillsatsmaterial, gaser och svetsutrustningar till vilka svetssymboler som ska användas. Beteckningen för svensk standard är SS. För europeisk standard gäller EN och för internationell standard ISO. Det finns dock många fler standarder än dessa. Svetskommissionen i Sverige är ett opartiskt samarbetsorgan för företag, institutioner och myndigheter med syfte att bidra till fogningsteknikens utveckling i Sverige.

Skannat med CamScanner

Sökordsregister

A

AC: 25, 92
AC/DC: 92
Acetylen: 16, 49
AGA-massan: 7
Aktiv gas: 19
Aluminium: 46
Allmän ventilation: 107
a-mått: 38
Ampere: 23, 26
Andningszon: 106
Antändningstemperatur: 56
Användningsområden MMA: 79
Användningsområde TIG: 91
Arbetsmiljöverket: 110
Arbetsspänning: 33
Argon: 19, 47
Arkeologiska fynd: 7
Atomkärna: 22
Automatisering: 8

B

Backventiler: 51
Bakslagspärr: 50
Basisk: 80
Basisk elektrod: 81
Basiska elektroder: 81
Belagd elektrod: 7, 18, 80
Bindzon: 61
Blandbåge: 70
Bobin: 67
Brand: 104
Brytprov: 101
Brännarkropp TIG: 92
Buller: 106
Bärande element: 44
Bågdynamik MMA: 84
Bågspänning: 34
Bågtyp MIG/MAG: 69

C

Cancer: 106
CO2. 19, 47

D

DC: 25, 92
DIN-tal: 109
Diskontinuitet: 102
Droppstorlek MMA: 81, 82
Droppövergång: 69
Display: 31

E

Effekt: 26
Elekricitet: 21
Elektriska ledare: 23
Elektrisk spänning: 24
Elektrisk ström: 23, 105
Elektrod: 19
Elektrod diametrar: 80
Elektrodfäste: 80
Elektrodhållare MMA: 78
Elektrodhållare: 18
Elektrodhölje: 18
Elektrod hölje MMA: 85
Elektrodledare: 67
Elektromagnetiska fält: 108
Elektrodmunstycke TIG: 92
Elektrodpaket: 82
Elektrodtyper MMA: 81
Elektrodutstick: 71
Elektrodvinklar MMA: 84, 86
Elektron: 22
Elektrongassvetsning: 15
Elektronstrålesvetsning: 15
Elektroslaggsvetsning: 15
Enkla legerade stål: 45
EN standard: 110
Explosion: 104
Explosiv: 49

F

Fog: 14, 37, 38
Fogar: 36
Fogtyp WPS. 99
Formavikelse: 102
Flödesmätare: 20, 68
Flödesmätare TIG: 90, 91
Frekvens: 26
Fjärrinställningsdon: 31
Fjärrvärme: 49
Flussbelagt lod: 61
Flussmedel: 61
Friskluftshjälm: 109
Frånsvets MIG/MAG: 73
Frånsvetsning: 54
Frånsvetsning MMA: 86
Frånsvetsning TIG: 93
Fukthalt belagda elektroder: 83
Förbränningshastighet: 104
Förstörande provning: 101

G

Gasautomatik: 67
Gasbildande ämnen: 17
Gasbågsvetsning: 17
Gasflaska: 68
Gaskåpa: 19
Gaskåpa TIG: 90, 91, 92
Gaskärra: 16, 51
Gasmetallbågsvetsning: 15
Gasregulator: 20, 50, 68
Gasregulator TIG: 90, 91
Gasskärning. 55
Gasskärningsutrustning: 56
Gasslangar: 51
Gassvetsning: 7
Gott svetsresultat: 43
Gustav Dahlen: 7
Gyllene regel. 102

H

Hantverkare: 9
Helium: 19, 47
Herz: 26
HF tändning: 95
Hotstart MMA: 84
Hårdlödning: 62, 63, 64
Hälsa. 103
Högutbytes elektrod: 80
Hölje: 78, 80

I

Inert gas: 19
Infraröd strålning: 105
Inställning skärbrännare: 57
Intermittensfaktor: 32
Inträngning TIG: 94
Inverter: 29
Isolatorer: 23
ISO standard: 110

J

Joner: 23
Jonisering: 78

K

Kemisk förening: 22
Kolatom. 22
Kolsyra: 19
Konstant spänningstyp: 35
Konstant strömtyp: 34
Kontaktdon: 19
Kontaktmunstycke: 67
Kontaktrör: 67
Kontaktrörsavstånd: 70
Korrosionsrisk lödning: 65
Kortbåge: 69, 70
Kvalitetsnivå: 100
Kylaggregat: 68

Skannat med CamScanner

Sökordsregister

Kälsvets: 38
Kärntråd: 78, 80
Kärntråd MMA: 85

L

Laserskärning: 56
Lasersvetsning: 15
Lift-arc: 95
Likström: 25, 82
Ljusbåge: 17
Ljusbågslängd: 35
Ljusbågslängd MMA: 84
Ljusbågslängd TIG: 96
Lod: 61
Luftföroreningar: 106
Låglegerade stål: 46
Låglegerat stål: 54
Lågtyper: 63
Lödning: 5, 6, 60

M

Magnetisk blåsverkan: 88
Manuell Metallbågsvetsning: 77, 78
Matarenhet. 68
Matarverk: 19
Materia: 22
Materialanalys: 9, 44
MAG: 19, 30
Metallbågsvetsning: 17
MIG: 19, 30
MIG/MAG: 66
Microbrytare TIG: 90, 91, 95
Mjuklödning. 62, 63, 64
MMA: 15, 30
MMA princip: 78
Molekyler: 23
Motsvets MIG/MAG: 73
Motsvetsning: 54
Motsvetsning MMA: 86
Märkning: 80
Märkplåt: 32

N

Negativt laddad. 22
Normalutbytes elektrod: 80

O

Oförstörande provning: 100, 101
Ohm: 24
Ohms lag: 26
Okulär besiktning: 100
Olegerat stål: 54
Omformare: 29
Omriktare: 29
Oscar Kjellberg: 7
Outstick: 70
Oxidhinna: 61
Oxygen: 16, 49

P

Patent: 7
Pendling MIG/MAG: 74
Pendling MMA: 87
Period: 26
Personberoende svetsparametrar. 71
Personberoende svetsparametrar MMA: 84
Personlig skyddsutrustning. 108
Pipe MMA: 87
Pistolvinkel: 71
Pistolvinkel MIG/MAG: 75
Plasma: 30
Plasmagas: 20
Plasmaskärning: 56
Plasma svetsning: 15
Polaritet: 82
Polaritet MMA: 84
Polaritet TIG: 92
Positivt laddad: 22
Princip gasskärning: 56
Princip gassvetsning: 16, 48
Princip lödning: 61
Princip metallbågsvetsning: 18, 19
Princip MIG/MAG: 67
Princip plasmasvetsning: 20
Princip TIG svetsning: 20, 90
Pulverbågsvetsning: 15
Punktsvetsning: 13, 75
Punktutsug: 107
Påläggssvetsning: 12
Påsvetsning: 12

R

Resistans: 24
Risker svetsning: 104
Robot: 8
Rostfria stål: 46
Rutil: 28, 80
Rutil elektrod: 81
Rutila elektroder: 82
Rörelektrod: 67

S

Skador på belagda elektroder: 83
Skarvsvetsning: 12
Skraptändning TIG: 95, 96
Skärbrännare: 56, 57, 58, 59
Skärning: 10
Skärteknik: 56, 57, 58, 59
Skyddsblad: 47
Skyddsgas TIG: 90, 91, 92
Skyddsgasflöde: 72
Skyddsombud;: 110
Slagg: 78
Slangpaket: 67
Slangpaket TIG: 90, 91
Slipning Volfram elektroder: 94
Slope down: 97
Släckning gaslågan: 53
Smälta: 78
Smältbadet: 17
Smältsvetsning: 13, 15
Smältsvetsmetoder: 15
Smälttemperatur: 56
Spalt: 36
Speciell process: 44
Spraybåge: 69, 70
Spännhylsa TIG: 92
Spänningsfall: 33
Spännskruv TIG: 92
SS-EN ISO 5817: 43, 100
SS-EN ISO 6947: 39
Start plåt: 58
Statisk karakteristik: 34
Sträckenergi WPS:99
Strängning MIG/MAG: 74
Strängning MMA: 87
Spänning WPS. 99
Stålning: 105
Strömkälla: 18, 68
Strömkällor: 21
Strömledare: 67
Strömtyp TIG: 92
Strömövergång: 67
Stumfog: 38
Stumsvets: 38
Stålkonstruktioner: 9
Sur: 28
Sur elektrod: 81
Svensk standard: 110
Svets:14, 37, 38
Svetsavslut MIG/MAG: 75, 76
Svetsavslut MMA: 87
Svetsavslut TIG: 97
Svetsdatablad: 98, 99

Skannat med CamScanner

Sökordsregister

Svetsfel: 102
Svetsglas: 109
Svetsförband: 14, 37
Svetshandtag: 51
Svetshastighet. 71, 86
Svetshastighet MIG/MAG: 74
Svetshastighet MMA: 84
Svetshastighet WPS: 99
Svetsinsats: 52
Svetskontroll: 100
Svetskommisionen: 110
Svetskretsen: 30
Svetsledare: 18, 30
Svetsledare med slangpaket. 68
Svetslikriktare: 28
Svetslägen: 39
Svetslägen plåt: 40
Svetslägen rör: 41
Svetsläge WPS: 99
Svetslödning: 62
Svetsmunstycken: 52
Svetsning: 5, 6, 10
Svetsningens fördelar: 8
Svetsning MMA: 85
Svetsparametrar: 31
Svetspistol: 67
Svetsresultat: 42
Svetsrök: 106
Svetsstandarder: 110
Svetsströmkällor: 27
Svetsström WPS: 99
Svetstransformator: 28
Svetssuttryck: 11
Synlig strålning: 105
Säkerhet: 103

T

Teknik gassvetsning: 54
TIG: 30
TIG-brännare: 20, 92
TIG svetsning: 20, 89
Tillsatsmaterial gassvets: 52
Tillsatsmaterial MMA: 83
Tillsatmaterial TIG: 92
Titan: 46
Tomgångsspänning: 33
Torkskåp: 83
Torrhållare: 83
Trycksvetsning: 13
Trådbobin: 19
Trådelektrod: 67
Trådmatning TIG: 93
Tändning gaslågan: 53
Tändning ljusbåge MIG/MAG: 72
Tändning ljusbåge TIG: 95
Tändning MMA: 85
Tändning skärbrännare: 57

U

Undvika svetsfel: 102
Ultraviolett strålning: 105
Utrustning MIG/MAG: 68
Utrustning TIG: 90, 91
Utrustningsberoende svets-parametrar: 70
Utrustningsberoende svets-parametrar MMA: 84
Utstick: 70
Utstickslängd: 70

V

Val av gas: 47
Val av tillsatsmaterial: 46
Val av svetsmetod: 44, 45
Vattenskärning: 56
Verkningsgrad: 31
Vinklar TIG-brännare: 93
Visuell kontroll: 100
Volframelektrod: 20, 90
Volframelektrod: 91
Volt: 24, 26
Volfram elektroder TIG: 94
Vridprov: 101
VVS: 49
Vällning. 7
Världsmarknad: 8
Värmeförluster: 31
Växelström. 25, 82

W

Watt: 26
WPS: 98, 99, 100

Z

z-mått: 38

Å

Återledare: 18, 20, 30, 68, 78
Återledarklämma: 18, 78

Skannat med CamScanner

Skannat med CamScanner

Skannat med CamScanner

Skannat med CamScanner

Skannat med CamScanner